

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-053442

(43)Date of publication of application : 25.02.1997

(51)Int.Cl.

F01N 3/24

F01N 3/02

F01N 3/02

F01N 3/08

(21)Application number : 07-207108

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 14.08.1995

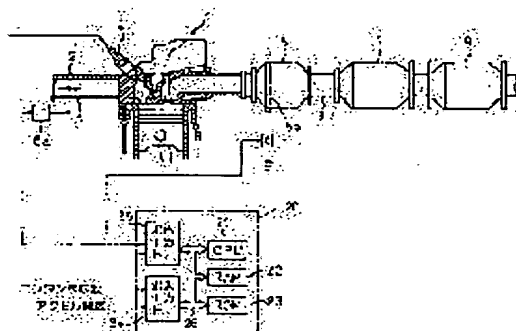
(72)Inventor : MURACHI MIKIO  
OGAWARA SEIJI  
KOJIMA KOICHI  
KONDO TAKUYA

(54) EXHAUST EMISSION CONTROL METHOD OF DIESEL ENGINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To eliminate an extent of soot in the exhaust of a diesel engine without any increase in the discharge of NOx and particulates.

SOLUTION: Exhaust out of a diesel engine 1 is conducted to an oxidation catalyst 5, and thereby NO in the exhaust is converted into NO2. Next, soot in the exhaust is collected by a particulate filter 7, while the collected NO2 and soot in the exhaust are reacted and the soot is burned. The NO formed by a reaction is absorbed by a NOx absorbent 9 set up at the downstream side of the particulate filter, to eliminate it from the exhaust.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

23.08.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 ( J P )

(12) 公開特許公報 ( A )

(11) 特許出願公開番号

特開平 9 - 5 3 4 4 2

(43) 公開日 平成 9 年 ( 1 9 9 7 ) 2 月 2 5 日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F01N 3/24	ZAB		F01N 3/24	ZAB E
3/02	ZAB		3/02	ZAB
	301			301 E
3/08	ZAB		3/08	ZAB A

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 1 1 頁)

(21) 出願番号 特願平 7 - 2 0 7 1 0 8

(22) 出願日 平成 7 年 ( 1 9 9 5 ) 8 月 1 4 日

(71) 出願人 0 0 0 0 0 3 2 0 7

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地

(72) 発明者 村知 幹夫

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 大河原 誠治

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 小島 康一

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 弁理士 石田 敬 (外 3 名)

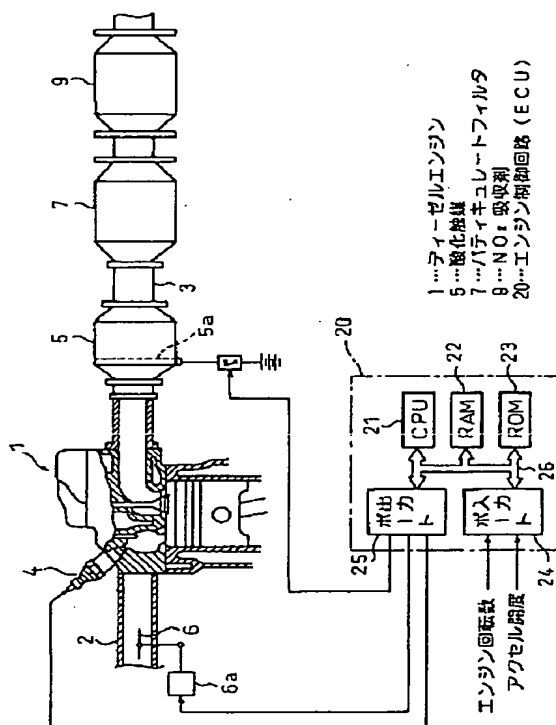
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ディーゼル機関の排気浄化方法

(57) 【要約】

【課題】 NO<sub>x</sub> やパティキュレートの排出量の増大を生じることなくディーゼルエンジン排気中の煤を除去する。

【解決手段】 ディーゼルエンジン 1 の排気を酸化触媒 5 に導き、排気中の NO<sub>x</sub> を NO<sub>2</sub> に転換する。次いで、パティキュレートフィルタ 7 で排気中の煤を捕集するとともに、捕集した排気中の NO<sub>x</sub> と煤とを反応させて煤を燃焼させる。また、反応により生成した NO<sub>2</sub> はパティキュレートフィルタ下流側に配置した NO<sub>x</sub> 吸収剤 9 に吸収させて排気から除去する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ディーゼル機関の排気浄化方法であつて、  
機関排気中の一酸化窒素を酸化して排気中に二酸化窒素を生成する工程と、  
機関排気中の煤を捕集する工程と、  
生成された排気中の二酸化窒素と捕集した煤とを反応させて、排気中に一酸化窒素を生成する工程と、  
上記排気中に生成された一酸化窒素を排気から除去する工程と、  
を備えたディーゼル機関の排気浄化方法。

【請求項 2】 前記一酸化窒素を排気から除去する工程は、排気中の一酸化窒素を捕集する工程を含む請求項 1 に記載の排気浄化方法。

【請求項 3】 前記一酸化窒素を排気から除去する工程は、一酸化窒素を還元して窒素に転換する工程を含む請求項 1 に記載の排気浄化方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】本発明は、ディーゼル機関の排気浄化方法に関し、詳細には排気中に含まれる煤と窒素酸化物との両方を除去可能な排気浄化方法に関する。

## 【 0 0 0 2 】

【従来の技術】ディーゼルエンジンの排気中の煤を除去する方法の例としては、例えば特開平 1 - 3 1 8 7 1 5 号公報に記載されたものがある。同公報の方法は、機関排気系に酸化触媒と、その下流側に排気微粒子捕集用のフィルタ（ディーゼルパティキュレートフィルタ、以下「DPF」と称する）とを配置し、上流側の酸化触媒で排気中の NO（一酸化窒素）を酸化して NO<sub>2</sub>（二酸化窒素）を生成し、下流側の DPF で排気中の煤を捕集するとともに、この捕集された煤を酸化触媒で生成した NO<sub>2</sub> を用いて燃焼させることにより、DPF 上の煤を除去している。

【 0 0 0 3 】 従来、DPF 上の煤を通常の方法で燃焼させるためには、かなりの高温が必要とされていた。これに対して、上記公報の方法では NO<sub>2</sub> と煤とを反応させることにより、ディーゼルエンジンの通常の排気温度（例えば 300℃以下）で煤の燃焼を生じさせることが可能となる。このため、煤の燃焼用に特別な加熱手段等を設ける必要がなく、簡易な装置で排気中の煤を除去することが可能となる。

## 【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上記公報の方法では、排気中の煤を簡易に除去することはできないものの、排気中の窒素酸化物の大気放出を防止し得ないという問題がある。すなわち、NO<sub>2</sub> は煤を構成するカーボンと、  
NO<sub>2</sub> + C → NO + CO、及び 2 NO<sub>2</sub> + 2 C → N<sub>2</sub> + 2 CO:

の反応を生じて煤を燃焼させる。しかし、本出願人の研究によれば、ディーゼルエンジンの通常の排気程度の比較的低い温度領域では、上記 2 NO<sub>2</sub> + 2 C → N<sub>2</sub> + 2 CO の反応はほとんど生じず、DPF に流入する排気中の NO<sub>2</sub> の大部分は NO<sub>2</sub> + C → NO + CO の反応により NO に転換されてしまうことが判明している。このため、上記公報の方法で排気中の煤を処理すると NO が排気とともに大気へ放出されてしまう問題が生じる。

【 0 0 0 5 】 また、ディーゼル燃料は比較的少量の硫黄分を含んでいるが、この燃料中の硫黄はエンジンで燃焼して排気中に SO<sub>2</sub> 成分を生成する。ところが、上記公報のように、酸化触媒を用いて排気中の NO を NO<sub>2</sub> に酸化していると排気中の SO<sub>2</sub> 成分も同時に酸化されて排気中に SO<sub>3</sub>（サルフェート）が生成されてしまう問題がある。

【 0 0 0 6 】 排気中のサルフェートは、DPF には捕集されずそのまま DPF 下流側に流出し、ディーゼル排気微粒子（ディーゼルパティキュレート）として検出される。このため、上記特開平 1 - 3 1 8 7 1 5 号公報の方法では、酸化触媒で生成されたサルフェートのために DPF を通過する排気中のパティキュレートの量が増大してしまう問題が生じる。

【 0 0 0 7 】 本発明は、上記問題を解決し NO やパティキュレートの大気放出量の増大を生じることなく、DPF に捕集された煤を簡易に処理する方法を提供することを目的としている。

## 【 0 0 0 8 】

【課題を解決するための手段】請求項 1 に記載の発明によれば、ディーゼル機関の排気浄化方法であつて、機関排気中の一酸化窒素を酸化して排気中に二酸化窒素を生成する工程と、機関排気中の煤を捕集する工程と、生成された排気中の二酸化窒素と捕集した煤とを反応させて、排気中に一酸化窒素を生成する工程と、上記排気中に生成された一酸化窒素を排気から除去する工程と、を備えたディーゼル機関の排気浄化方法が提供される。

【 0 0 0 9 】 捕集された煤は、比較的低温で排気中の二酸化窒素と反応し、二酸化炭素と一酸化窒素とを生成する。また、本発明では、上記反応により生成された一酸化窒素は、その後の工程で排気から除去されるため二酸化窒素の大気への放出が生じない。請求項 2 に記載の発明によれば、請求項 1 に記載の発明において、前記一酸化窒素を排気から除去する工程は、排気中の一酸化窒素を捕集する工程を含んでいる。すなわち、排気中の一酸化窒素は吸着剤等に吸着され排気から除去される。

【 0 0 1 0 】 請求項 3 に記載の発明によれば、請求項 1 に記載の発明において、前記一酸化窒素を排気から除去する工程は、一酸化窒素を還元して窒素に転換する工程を含んでいる。すなわち、排気中の一酸化窒素は触媒などにより還元され、窒素に転換された後大気へ放出される。

【 0 0 1 1 】

【発明の実施の形態】以下添付図面を参照して本発明の実施形態について説明する。図 1 は、本発明の排気浄化方法を実施するための装置の構成を示す図である。図 1 において、1 はディーゼルエンジン（図には 1 気筒のみの断面を示す）、2 はエンジン 1 の吸気通路、3 は排気通路、4 はエンジン 1 の燃焼室に燃料を噴射する燃料噴射弁をそれぞれ示している。

【 0 0 1 2 】また、本実施形態では、吸気通路 2 には、吸気絞り弁 6 が設けられている。吸気絞り弁 6 は、バタフライ弁等の開閉時に吸気抵抗の少ない形式とされ、後述のパーティキュレートフィルタ（DPF）の煤燃焼時に吸気通路 2 を絞り、エンジン 1 に供給される吸気量を減少させる。このように、吸気絞り弁 6 を設けて、エンジン 1 の吸入空気量を減少させることにより、エンジン排気温度を上昇させることができるため DPF 上の煤の燃焼が容易になる。6 a は ECU 2 0 からの制御信号により吸気絞り弁 6 を開閉駆動する、負圧アクチュエータ、ソレノイドなどの適宜な形式のアクチュエータである。

【 0 0 1 3 】また、図 1 に示すように本実施形態では、エンジン 1 の排気通路 3 には上流側から、排気中の NO を酸化して NO<sub>2</sub> を生成する酸化触媒 5、排気中の煤を捕集する DPF 7、排気中の NO<sub>x</sub> を吸収する NO<sub>x</sub> 吸収剤 9 がそれぞれ配置されている。これらの要素については後に説明する。図 1 に 2 0 で示すのはエンジン制御回路（ECU）2 0 である。ECU 2 0 は、中央処理装置（CPU）2 1、ランダムアクセスメモリ（RAM）2 2、リードオンリメモリ（ROM）2 3、入力ポート 2 4、出力ポート 2 5 を互いに双方向性バス 2 6 で接続した公知の構成のデジタルコンピュータからなり、エンジン 1 の燃料噴射制御などの基本制御を行うほか、本実施形態では DPF 7 で捕集した煤の燃焼（以下「DPF の再生」という）と NO<sub>x</sub> 吸収剤 9 の再生操作を制御している。これらの制御のために、ECU 2 0 の入力ポート 2 4 には、エンジン回転数、アクセル開度等の信号が、それぞれ図示しないセンサから入力されている。

【 0 0 1 4 】また、ECU 2 0 の出力ポート 2 5 は図示しない駆動回路を介して、エンジン 1 の燃料噴射弁 4 と吸気絞り弁 6 のアクチュエータ 6 a にそれぞれ接続され、エンジンの燃料噴射量及び噴射時期、DPF の再生操作時の吸気絞り弁 6 の作動をそれぞれ制御している。酸化触媒 5 は、例えばコーゼライト製のモノリス担体にアルミナの触媒担持層をコーティングにより形成し、この担持層に白金 Pt、パラジウム Pd 等の触媒成分を担持させたものが使用される。酸化触媒 5 は、排気空燃比が理論空燃比よりリーンになるときに排気中の HC、CO 成分を酸化するとともに、排気中に含まれる NO 成分を酸化して NO<sub>2</sub> 成分を生成する。なお、本明細書では排気系のある部分より上流側に供給された空気量と燃料量との比を、その部分における排気空燃比と称する。すな

わち、排気通路に二次空気や燃料が供給されていない場合には、排気系の各部分における排気空燃比は機関の燃焼空燃比（燃焼室内の燃焼における空気と燃料との比）に等しくなる。

【 0 0 1 5 】また、本実施形態では、酸化触媒 5 の上流側端面には、排気温度が低いエンジン始動直後の状態等で酸化触媒 5 を加熱して触媒反応を開始させるための電気ヒータ 5 a が設けられている。電気ヒータ 5 a のリレー（図示せず）には ECU 2 0 の出力ポート 2 5 からの制御信号が入力されており、ECU 2 0 により電気ヒータ 5 a の ON、OFF が制御される。後述するように、このヒータ 5 a は吸気絞り弁 6 とともに、DPF 7 再生時に排気温度を上昇させるためにも使用される。

【 0 0 1 6 】また、DPF 7 は多数の排気通路が互いに平行に形成されたコーゼライト製のハニカムフィルタが使用される。DPF 7 内の排気通路は、上流側端部と下流側端部とが閉鎖されたものが交互に配列されており、排気は上流側端部が開放された排気通路内に流入し、排気通路間を隔てる多孔質の壁面から下流側端部が開放された排気通路に流入して下流側に流出する。このため、壁面通過時に排気中の煤等の微粒子が排気壁面に捕集される。また、本実施形態では捕集した煤の、NO<sub>x</sub> による燃焼が容易に生じるようにするため、DPF 7 の壁面には白金 Pt を担持させたアルミナ層が形成されている。

【 0 0 1 7 】次に、本発明に使用する NO<sub>x</sub> 吸収剤 9 について説明する。NO<sub>x</sub> 吸収剤 9 としては、例えばコーゼライト製のモノリス担体にアルミナ等の担持層を形成し、この担持層上に例えばカリウム K、ナトリウム Na、リチウム Li、セシウム Cs のようなアルカリ金属、バリウム Ba、カルシウム Ca のようなアルカリ土類、ランタン La、イットリウム Y のような希土類から選ばれた少なくとも一つと、白金 Pt のような貴金属とを担持したものを使用する。NO<sub>x</sub> 吸収剤 9 は流入する排気空燃比がリーンの場合には NO<sub>x</sub> を吸収し、酸素濃度が低下すると NO<sub>x</sub> を放出する NO<sub>x</sub> の吸放出作用を行う。

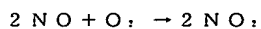
【 0 0 1 8 】例えば、担持層上に白金 Pt、バリウム Ba を担持させたものに例をとって説明すると、排気空燃比がリーンのときには、機関排気中の NO<sub>x</sub>（酸素酸化物）の大部分を占める NO は、白金 Pt 上に付着した O<sub>2</sub> または O<sup>-</sup> などにより酸化されて硝酸イオン NO<sub>3</sub><sup>-</sup> を生成する。次いで、この硝酸イオン NO<sub>3</sub><sup>-</sup> が酸化バリウム BaO と結合しながら BaO 内に拡散するため、排気中の NO は硝酸イオン NO<sub>3</sub><sup>-</sup> の形で NO<sub>x</sub> 吸収剤 9 内に吸収される。また、排気空燃比が理論空燃比またはリッチ空燃比になると、流入排気中の酸素濃度が低下して白金 Pt 上での NO<sub>x</sub> の生成量が減少する。これにより反応は上記とは逆に NO<sub>x</sub> → NO の方向に進み、BaO 内の硝酸イオン NO<sub>3</sub><sup>-</sup> が NO<sub>x</sub> の形で放

出される。すなわち、流入排気中の酸素濃度が低下するとNO<sub>x</sub>吸収剤9からNO<sub>x</sub>が放出されることになる。

【0019】一方、流入排気中に還元剤や未燃HC、CO等の成分が存在すると、これらの成分は白金Pt上の酸素O<sub>2</sub>またはO<sub>3</sub>と反応して酸化され、排気中の酸素を消費して排気中の酸素濃度を低下させる。また、排気中の酸素濃度低下によりNO<sub>x</sub>吸収剤9から放出されたNO<sub>x</sub>はHC、COと反応して還元され、N<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O等を生成する。従って、HC、CO成分により白金Ptの表面上でNO<sub>x</sub>が還元されると、吸収剤から次から次へとNO<sub>x</sub>が放出され、排気中のHC、CO成分と反応するようになる。

【0020】すなわち、NO<sub>x</sub>吸収剤9はリーン空燃比時に流入する排気中のNO<sub>x</sub>を除去し、リッチ空燃比時には吸収したNO<sub>x</sub>を放出するとともに、流入する排気中のHC、CO成分と反応させる作用を行う。つまり、NO<sub>x</sub>吸収剤は排気中のHC、CO成分とNO<sub>x</sub>成分とを同時に浄化することができる。次に、本実施形態の作用について説明する。

【0021】本実施形態では、ディーゼルエンジン1が使用されるため通常運転中の排気空燃比はかなりリーンになっている（例えば空燃比で30程度）。また、エンジン出口での排気には少量のNO<sub>x</sub>（主にNO）と比較的多量の煤が含まれている。この排気は、まず酸化触媒5を通過し、排気中のNOが酸化され、



の反応によりNO<sub>2</sub>が生成される。

【0022】次いで、この排気はDPF7に流入し、排気中の煤がDPF7に捕集される。DPF7に捕集された煤は、一部が上記により生成されたNO<sub>2</sub>と反応し、



の反応を生じCOとNOとが発生する。しかし、エンジンで発生するNOの量に比べて煤の量が多いこと、及びディーゼルエンジンの通常運転時の排気温度が低く（例えば200℃程度）、実際には上記反応があまり生じないことから、DPF7上には捕集された煤が徐々に蓄積される。一方、上記反応により生成したNOと、煤と反応せずにDPF7を通過したNO<sub>2</sub>とを含む排気は、次にNO<sub>x</sub>吸収剤9に流入する。通常運転時では、ディーゼルエンジン1の排気空燃比はリーンであるため、この排気中のNO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>はNO<sub>x</sub>吸収剤9に吸収され排気から除去される。これにより、通常運転時には排気は煤とNO<sub>x</sub>とをほとんど含まない状態でNO<sub>x</sub>吸収剤9から排出される。

【0023】上述のように、通常運転時エンジン排気中の煤はDPF7により、NO<sub>x</sub>（NO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>）はNO<sub>x</sub>吸収剤9により、それぞれ除去されるが、これによりDPF7には煤が、また、NO<sub>x</sub>吸収剤9にはNO<sub>x</sub>が徐々に蓄積される。DPF7に蓄積された煤の量が増大するとDPF7での排気圧損が上昇するため、排気背圧

の増大によりエンジン出力の低下等の問題が生じる。また、NO<sub>x</sub>吸収剤9に蓄積されたNO<sub>x</sub>量が増大するとNO<sub>x</sub>吸収剤9のNO<sub>x</sub>吸収能力は低下し、大気に放出されるNO<sub>x</sub>の量が増大する問題が生じる。

【0024】そこで、本実施形態では定期的にNO<sub>x</sub>吸収剤9から吸収したNO<sub>x</sub>を放出させ、NO<sub>x</sub>吸収能力を回復させる操作（「NO<sub>x</sub>吸収剤の再生操作」という）と、DPF7に捕集された煤を燃焼させて圧損を低減させる操作（DPF7の再生操作）とを行う。まず、NO<sub>x</sub>吸収剤9の再生操作について説明する。本実施形態では、運転中に、エンジン排気空燃比を短時間理論空燃比よりリッチ側にすることにより、NO<sub>x</sub>吸収剤9の再生を行う。エンジン排気空燃比がリッチになると排気中の酸素濃度が急激に低下し、かつ排気中のHC、CO成分の量が増大する。また、排気空燃比がリッチであるためこれらHC、CO成分は酸化触媒5では酸化されず、その大部分が酸化触媒5とDPF7とを通過してNO<sub>x</sub>吸収剤9に到達する。このため、前述したようにNO<sub>x</sub>吸収剤9からはNO<sub>x</sub>が放出され、排気中のHC、CO成分により還元浄化される。

【0025】本実施形態では、ECU20はNO<sub>x</sub>吸収剤9再生時にエンジン1の燃料噴射弁4から各気筒の1サイクル当たり2回の燃料噴射を行うことによりエンジンの排気空燃比を理論空燃比よりリッチ側に制御する。通常運転中、各気筒からの燃料噴射量TAUは機関負荷に応じて設定されている。例えば、通常運転時、ECU20は機関アクセルペダルの踏み込み量（アクセル開度）と機関回転数とから、予め定めた関係に基づいて燃料噴射量を算出し、算出した量の燃料を燃料噴射弁4から各気筒の圧縮行程後期に気筒内に噴射する。通常時には、この燃料噴射により機関空燃比は大幅にリーン（例えば空燃比で30程度）に維持されている。エンジン排気空燃比をリッチにするためには、この圧縮行程後期の燃料噴射量を増量することも考えられる。しかし、圧縮行程後期に気筒内に噴射する燃料量を増大すると、燃料の増量分だけエンジン出力トルクが上昇してしまい、トルクの急増によるショックや爆発力の増大によるエンジン耐久性の低下等の問題が生じる。

【0026】このため、本実施形態では、排気空燃比をリッチに移行させる場合には通常の圧縮行程後期燃料噴射に加えて、各気筒の排気行程に再度燃料噴射弁4から燃料噴射を行うようにしている。排気行程中に気筒内に噴射された燃料は、その一部は気筒内で燃焼するものの機関の出力増大には寄与しない。また、燃焼しなかった大部分の燃料は気筒内で気化して排気とともに排気通路に排出され、酸化触媒5で酸化され、多量のHC、CO成分を発生する。このため、NO<sub>x</sub>吸収剤9には酸素濃度が低く、多量のHC、CO成分を含む排気が流入することになり、短時間でNO<sub>x</sub>吸収剤9の再生が完了する。

【 0 0 2 7 】なお、NO<sub>x</sub> 吸収剤 9 からの NO<sub>x</sub> 放出速度は排気空燃比がリッチであるほど大きくなる。このため、排気空燃比のリッチの程度が大きいくほど（排気空燃比を低くするほど）NO<sub>x</sub> 吸収剤 9 の再生を短時間で完了させることができる。また、再生操作は NO<sub>x</sub> 吸収剤 9 に吸収された NO<sub>x</sub> の量が少ないほど短時間で完了する。本実施形態では、エンジン運転中に NO<sub>x</sub> 吸収剤 9 の再生操作を数十秒から数分程度の間隔で行い、NO<sub>x</sub> 吸収剤 9 再生時には 0.5 秒程度の時間排気空燃比を 1.3 程度のリッチ空燃比に維持するようにしている。

【 0 0 2 8 】次に、DPF 7 の再生操作について説明する。本実施形態では前述したように排気中の NO<sub>x</sub> と DPF に堆積した煤（カーボン）とを反応させて煤を燃焼させる。また、このときに発生する NO 成分を DPF 7 下流側の NO<sub>x</sub> 吸収剤 9 に吸収させて大気への放出を防止する必要がある。このため、DPF 7 の再生時には、排気空燃比がリーンとなっていることが必要となる。また、NO<sub>x</sub> と煤との反応を促進するためには、排気温度は高い方が好ましい。そこで、本実施形態では排気空燃比がリッチにならない範囲で、NO<sub>x</sub> 吸収剤 9 の再生時と同様、通常の圧縮行程後期の噴射に加えて排気行程での燃料噴射を行い、この燃料を酸化触媒 5 で燃焼させることにより排気温度を上昇させる。また、排気温度を上昇させるため、DPF 7 再生時には吸気通路 2 の吸気絞り弁 6 を一定開度まで閉弁し、吸入空気量を低減するとともに、必要に応じて酸化触媒 5 の電気ヒータ 5 a に通電を行う。吸気絞りにより、機関排気温度が上昇し、さらに排気行程中に噴射された燃料が酸化触媒 5 で燃焼するため、DPF 7 には通常より高い温度（例えば 400℃ から 500℃ 程度）の排気が流入することになる。このため、排気中の NO<sub>x</sub> は DPF 7 に堆積した煤と容易に反応し、煤が燃焼して除去されるため DPF 7 の圧損が低下する。また、DPF 7 を通過する排気は、全体としてまだリーン空燃比であるため、NO<sub>x</sub> と煤との反応により発生した NO は、下流側の NO<sub>x</sub> 吸収剤 9 により吸収され、排気から除去される。

【 0 0 2 9 】本実施形態では、DPF 7 の再生操作は数十分から数時間の間隔で行い、再生時の空燃比は 2.0 程度のリーン空燃比に維持される。また、このとき DPF 7 の再生は数分程度で完了する。なお、前述したように NO<sub>x</sub> 吸収剤 9 の再生操作は数十秒から数分の間隔で実行されるが、本実施形態では DPF 7 の再生操作中も、NO<sub>x</sub> 吸収剤 9 の再生操作のタイミングになった場合には、吸気絞り弁 6 を閉弁したままで排気行程時の燃料噴射量を増大し排気空燃比を 1.3 まで低下させる。これにより、DPF 7 再生操作中は、通常の NO<sub>x</sub> 吸収剤 9 再生操作に加えて、通常より高い排気温度で再生操作が実行されるようになる。このように、DPF 7 再生操作実行中も NO<sub>x</sub> 吸収剤 9 の再生を行うのは、以下の理由による。

【 0 0 3 0 】エンジン排気中にはディーゼル燃料に含まれる硫黄分により発生する SO<sub>x</sub> が含まれる。この SO<sub>x</sub> は酸化触媒 5 で酸化されてサルフェート SO<sub>x</sub> を生成する。このサルフェート SO<sub>x</sub> は DPF 7 では捕集されず、そのまま DPF を通過してしまい、排気中の微粒子として検出される。このため、ディーゼルエンジン 1 の排気通路 3 に酸化触媒 5 を配置すると、大気に放出される微粒子（ディーゼルバディキュレート）の量が増大する。ところが、サルフェート SO<sub>x</sub> は NO<sub>x</sub> 吸収剤 9 を通過する際に、NO の吸収と全く同じメカニズムで硫酸イオン SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> を生成し、例えば BaSO<sub>4</sub> 等の硫酸塩の形で NO<sub>x</sub> 吸収剤 9 に吸収される。このため本実施形態のように DPF 7 下流側に NO<sub>x</sub> 吸収剤 9 を設けることにより、NO<sub>x</sub> のみならず、酸化触媒 5 で生成したサルフェート SO<sub>x</sub> を排気から除去することができる。すなわち、本実施形態では NO<sub>x</sub> 吸収剤 9 を DPF 7 下流側に配置したことにより、DPF 上に堆積した煤の燃焼時の NO だけでなくサルフェート SO<sub>x</sub> をも同時に浄化することができる。

【 0 0 3 1 】また、NO<sub>x</sub> 吸収剤内に吸収された SO<sub>x</sub> は、排気空燃比がリッチになったときに NO<sub>x</sub> の放出と同じメカニズムにより SO<sub>x</sub> として放出される。ところが、一般にサルフェートにより NO<sub>x</sub> 吸収剤内に生成される硫酸塩は NO<sub>x</sub> により生成される硝酸塩より安定であり、通常の NO<sub>x</sub> 吸収剤の再生操作に必要とされる温度より高い温度にならないと NO<sub>x</sub> 吸収剤から放出されない。このため、単に排気空燃比をリッチにするだけの通常の NO<sub>x</sub> 吸収剤再生操作を繰り返していると、NO<sub>x</sub> 吸収剤内の硫酸塩の量が増大し NO<sub>x</sub> 吸収剤の NO<sub>x</sub> と SO<sub>x</sub> との吸収能力が低下してしまう。そこで、本実施例では、DPF 再生操作中に NO<sub>x</sub> 吸収剤の再生を実行することにより、通常より高い温度で NO<sub>x</sub> 吸収剤の再生を行い、吸収された SO<sub>x</sub> を SO<sub>x</sub> の形で放出させるようにしている。これにより、DPF 7 の再生操作中に、NO<sub>x</sub> のみならず SO<sub>x</sub> をも NO<sub>x</sub> 吸収剤 9 から放出させることが可能となり、NO<sub>x</sub> 吸収剤の吸収能力を常に高く維持することが可能となる。

【 0 0 3 2 】次に、図 2 から図 4 を用いて、上記 DPF 7 と NO<sub>x</sub> 吸収剤 9 との再生制御について説明する。図 2 から図 4 は、本実施形態の DPF 7 と NO<sub>x</sub> 吸収剤 9 との再生制御ルーチンを示すフローチャートである。本ルーチンは ECU 20 により一定時間毎に実行される。

【 0 0 3 3 】図 2 においてルーチンがスタートすると、ステップ 201 ではフラグ ADPF の値が 1 にセットされているか否かが判断される。ここで、フラグ ADPF は DPF 7 の再生操作実行フラグであり、DPF の再生操作実行条件が成立した場合に後述する図 3 のルーチンで 1 に設定される。ステップ 201 で ADPF = 1 であった場合には、DPF の再生操作を実行するため、ステップ 203 に進み吸気通路 2 の絞り弁 6 が所定開度まで

閉弁されるとともに、酸化触媒 5 のヒータ 5 a がオンにされる。

【 0 0 3 4 】 ステップ 2 0 3 実行後、ついでステップ 2 0 5 では別のフラグ A N O X の値が 1 にセットされているか否かが判定される。ここで、A N O X は N O<sub>x</sub> 吸収剤 9 の再生操作実行フラグであり、N O<sub>x</sub> 吸収剤 9 の再生操作実行条件が成立した場合に、後述する図 3 のルーチンで 1 に設定される。ステップ 2 0 5 で A N O X ≠ 1、すなわち D P F の再生操作実行条件が成立しており、且つ N O<sub>x</sub> 吸収剤 9 の再生操作実行条件が成立していない場合には、ルーチンはステップ 2 0 7 に進み、機関回転数、アクセル開度に基づいて燃料噴射量 T A U 2 1 の値が算出される。ここで、T A U 2 1 は、通常の燃料噴射に加えて排気行程時に気筒内に噴射される燃料量であり、排気空燃比を理論空燃比よりリーン側の所定値（例えば空燃比で 2 0 程度）とするのに必要とされる燃料噴射量である。すなわち、ステップ 2 0 7 では、機関回転数から吸入空気量絞り弁 6 閉弁時の機関吸入空気量 Q が算出され、アクセル開度から現在の通常時燃料噴射量 T A U が算出され、排気空燃比を所定値（空燃比で 2 0 程度）にするために必要な排気行程燃料噴射量 T A U 2 1 が Q と T A U とから算出される。

【 0 0 3 5 】 また、ステップ 2 0 9 では排気行程燃料噴射量 T A U 2 を、上記により算出した T A U 2 1 の値に設定してルーチンを終了する。T A U 2 の値が T A U 2 1 に設定されると、別途 E C U 2 0 により実行される燃料噴射ルーチンにより、各気筒の排気行程時に T A U 2 1 の量の燃料が噴射され、機関には合計で T A U + T A U 2 1 の量の燃料が供給されるようになり、機関排気空燃比は 2 0 程度のリーンな値になる。

【 0 0 3 6 】 すなわち、この場合には吸気絞り弁 6 が所定開度まで閉弁され、機関に供給される燃料は通常時より T A U 2 1 だけ増量されることになり、D P F 7 には酸化触媒 5 で生成した比較的多量の N O<sub>x</sub> を含む高温のリーンな排気が入ることになる。このため、D P F 7 上で煤が N O<sub>x</sub> と反応して燃焼し、D P F 7 の再生が行われるとともに、煤の燃焼により生成された N O が下流側の N O<sub>x</sub> 吸収剤 9 で吸収される。

【 0 0 3 7 】 また、ステップ 2 0 5 で N O<sub>x</sub> 吸収剤 9 の再生操作実行条件が成立している場合には、ステップ 2 0 5 の次にステップ 2 1 5 が実行され、機関回転数とアクセル開度とに基づいて燃料噴射量 T A U 2 2 の値が算出される。ここで、T A U 2 2 は排気空燃比を理論空燃比よりリッチ側の所定値（例えば空燃比で 1 3 程度）とするのに必要とされる排気行程燃料噴射量である。また、ステップ 2 1 7 では、排気行程燃料噴射量 T A U 2 の値を T A U 2 2 に設定してルーチンを終了する。すなわち、この場合には吸気絞り弁を閉弁した状態で排気空燃比はリッチに制御される。このため、D P F 7 と N O<sub>x</sub> 吸収剤 9 とには H C、C O 成分を多量に含む高温のリ

ッチな排気が入ることになる。この状態では排気中には N O<sub>x</sub> 成分と O<sub>2</sub> 成分とはほとんど含まれないため、一時的に D P F の再生操作は停止されるが、N O<sub>x</sub> 吸収剤 9 は、この高温かつリッチな排気で再生が行われるため N O<sub>x</sub> 吸収剤 7 に吸収された N O<sub>x</sub> のみならず S O<sub>2</sub> も放出、還元浄化される。このため、N O<sub>x</sub> 吸収剤 9 の S O<sub>2</sub> 吸収による N O<sub>x</sub> 吸収能力の低下も解消され、N O<sub>x</sub> 吸収剤の完全な再生が行われる。

【 0 0 3 8 】 また、ステップ 2 0 1 で A D P F ≠ 1 であった場合、すなわち D P F 7 の再生実行条件が成立していない場合には、ステップ 2 1 1 で吸気絞り弁 6 が全開にされるとともに、酸化触媒 5 のヒータ 5 a がオフにされる。ついで、ステップ 2 1 3 では、N O<sub>x</sub> 吸収剤 9 の再生操作実行条件が成立しているか否かが判断され、成立している場合（A N O X = 1）にはステップ 2 1 5、2 1 7 で T A U 2 の値が T A U 2 2 にセットされる。この状態では吸気絞り弁 6 は全開であり、かつヒータ 5 a はオフになっているため、D P F 7 と N O<sub>x</sub> 吸収剤 9 とには、比較的低温でリッチな排気が入ることになり、N O<sub>x</sub> 吸収剤 9 は再生されるものの、吸収された S O<sub>2</sub> は放出されず、N O<sub>x</sub> の吸収量のみが低下する。

【 0 0 3 9 】 また、ステップ 2 1 3 で N O<sub>x</sub> 吸収剤 9 の再生操作実行条件が成立していない場合にはステップ 2 1 9 で排気行程燃料噴射量 T A U 2 はゼロに設定される。すなわち、この場合には通常の圧縮行程燃料噴射量のみが行われ、機関空燃比は大幅にリーンとなる。すなわち、図 2 のルーチンでは、D P F の再生操作実行条件のみが成立した場合には、排気温度を上昇させ排気空燃比を 2 0 程度まで低下させる操作を行う。これにより、D P F 7 の再生のみが行われ D P F 7 で発生した N O は N O<sub>x</sub> 吸収剤 9 で吸収され、排気から除去される。

【 0 0 4 0 】 また、D P F 7 と N O<sub>x</sub> 吸収剤 9 との両方の再生操作実行条件が同時に成立した場合には、排気温度を上昇させた状態でさらに燃料が増量され、排気空燃比は 1 3 程度まで低下される。これにより、N O<sub>x</sub> 吸収剤 9 は高温状態で再生操作が実行されることになり、N O<sub>x</sub> 吸収剤 9 に吸収された S O<sub>2</sub> が S O<sub>2</sub> の形で放出される。

【 0 0 4 1 】 一方、D P F 7 の再生操作実行条件が成立しておらず、N O<sub>x</sub> 吸収剤 9 の再生操作実行条件のみが成立した場合には、排気空燃比のみが 1 3 程度まで低下される。これにより、N O<sub>x</sub> 吸収剤 9 は比較的低温状態で再生が行われるため、N O<sub>x</sub> 吸収剤 9 からは吸収した N O<sub>x</sub> が放出、還元浄化されるものの吸収した S O<sub>2</sub> が放出されるまでは至らない。

【 0 0 4 2 】 図 3 は、D P F 7 と N O<sub>x</sub> 吸収剤 9 との再生操作実行条件判定ルーチンを示すフローチャートである。本ルーチンは E C U 2 0 により一定時間毎に実行され、D P F 7、N O<sub>x</sub> 吸収剤 9 それぞれの再生操作実行条件が成立したときにフラグ A D P F と A N O X との値

を 1 にセットする。図 3 において、ステップ 3 0 1 から 3 1 3 は D P F 7 の再生操作実行フラグ A D P F の設定操作を示している。本実施形態では、エンジンへの燃料供給量を積算し、この積算値が所定値以上になった場合に再生操作を実行する。エンジンからの単位時間当たりの煤の発生量はエンジンへの燃料噴射量にほぼ比例すると考えられる。一方、単位時間当たりに D P F 7 に捕集される煤の量は単位時間当たりのエンジンの煤発生量に比例する。このため、D P F 7 に捕集された煤の総量はエンジンへの燃料供給量の積算値に比例すると考えられる。そこで、本実施形態ではエンジンへの燃料供給量の積算値が所定値に到達する毎に D P F 7 の煤捕集量が一定量を越えたと判断して D P F 7 の再生操作を実行するようにしている。すなわち、図 3 においてルーチンがスタートすると、ステップ 3 0 1 では燃料積算カウンタ F D の値が所定量 F D<sub>0</sub> を越えたか否かが判定される。F D は、後述する別の燃料積算カウンタ F N とともに、図 4 に示すルーチンで積算されるカウンタである。図 4 のルーチンは E C U 2 0 により一定時間毎に実行され、アクセル開度 A C C と機関回転数 N とから燃料噴射量 T A U を算出し（図 4 ステップ 4 0 1）、この T A U を積算して、それぞれ F D、F N として記憶する。

【 0 0 4 3 】ステップ 3 0 1 で  $F D > F D_0$  であった場合にはステップ 3 0 7 から 3 1 3 で一定の時間 D P F 7 の再生操作実行フラグ A D P F の値が 1 に保持される。すなわち、ステップ 3 0 9 ではカウンタ T D の値を 1 カウントアップし、ステップ 3 1 1 から 3 1 3 では、カウンタ T D の値が所定値 T D<sub>0</sub> を越えるまでフラグ A D P F の値を 1 に保持し、 $T D > T D_0$  になった場合には燃料積算カウンタ F D の値をクリアする。これにより、次のルーチン実行時にはステップ 3 0 1 の次にステップ 3 0 3、3 0 5 が実行され、カウンタ T D がクリアされるとともに、フラグ A D P F の値が 0 に復帰される。

【 0 0 4 4 】すなわち、ステップ 3 0 1 から 3 1 3 では、燃料積算カウンタ F D の値が所定値 F D<sub>0</sub> に到達する毎に一定時間（カウンタ T D の値が T D<sub>0</sub> に到達するまでの時間）フラグ A D P F の値を 1 に保持し、この一定時間が経過するとフラグ A D P F の値を 0 に復帰させるとともに、カウンタ F D の値をクリアする。これにより、エンジン運転中燃料供給量の積算値が一定量に到達する毎に図 2 のルーチンにより一定時間吸気絞り弁 6 の閉弁とヒータ 5 a の通電とともに、通常の燃料噴射に加えて排気行程燃料噴射が実行され、D P F 7 が再生される。

【 0 0 4 5 】なお、上記燃料積算カウンタ F D の値の判定値 F D<sub>0</sub>、再生操作実行時間 T D<sub>0</sub> は D P F の種類、容量等により異なるため、実験等により最適値を定めることが好ましいが、本実施形態では、例えば F D<sub>0</sub> は燃料供給量にして 6 リットル程度、T D<sub>0</sub> は 1 8 0 秒程度に設定されている。図 3、ステップ 3 1 5 から 3 2 7 は

N O<sub>x</sub> 吸収剤 9 の再生操作実行フラグ A N O X の設定操作を示す。本実施形態では、D P F の場合と同様にエンジンへの燃料供給量の積算値が所定値に到達する毎に N O<sub>x</sub> 吸収剤 9 の再生操作を行う。エンジンからの N O<sub>x</sub> 発生量はエンジンで燃焼した燃料量に比例するため、D P F の場合と同様 N O<sub>x</sub> 吸収剤 9 の N O<sub>x</sub> 吸収量も燃料供給量の積算値に比例すると考えられる。そこで、本実施形態では、D P F の場合と同様に燃料供給量積算値が所定値に到達する毎に N O<sub>x</sub> 吸収剤 9 の再生操作を行っている。ステップ 3 1 5 から 3 2 7 において、F N は図 4 でカウントアップされる燃料積算カウンタ、T N は積算カウンタが所定値 F N<sub>0</sub> に到達する毎に一定時間 T N<sub>0</sub>、だけフラグ A N O X の値を 1 に維持するためのカウンタである。ステップ 3 1 5 から 3 2 7 のステップは上述のステップ 3 0 1 から 3 1 3 のステップとほぼ同一であるため、ここでは説明を省略する。

【 0 0 4 6 】ステップ 3 1 5 から 3 2 7 の実行により、N O<sub>x</sub> 吸収剤 9 の N O<sub>x</sub> 吸収量が一定量に到達する毎に、通常の燃料噴射に加えて排気行程時燃料噴射が実行され、エンジンの排気空燃比は理論空燃比よりリッチ側に制御される。また、D P F 7 の再生操作実行中であっても、N O<sub>x</sub> 吸収剤 9 の再生操作実行条件が成立すると N O<sub>x</sub> 吸収剤 9 の再生が行われるため、D P F 7 の再生中は通常より高温で N O<sub>x</sub> 吸収剤 9 の再生が行われる。

【 0 0 4 7 】なお、燃料積算カウンタ F N の判定値 F N<sub>0</sub>、N O<sub>x</sub> 吸収剤再生操作実行時間 T N<sub>0</sub> の値は N O<sub>x</sub> 吸収剤の種類、容量により異なるため、実際には実験等により最適な値を設定することが好ましいが、本実施形態では、例えば F N<sub>0</sub> は燃料供給量にして 0 . 2 リットル程度に、また T N<sub>0</sub> は 0 . 5 秒程度に設定されている。

【 0 0 4 8 】図 5 は、上記図 2 から図 4 のルーチンによる D P F 7 と N O<sub>x</sub> 吸収剤 9 との再生時期を示すタイミング図である。例えば、排気量 2 4 0 0 C C のディーゼルエンジンを回転数 2 0 0 0 R P M、トルク 8 0 N M で運転した場合、F D<sub>0</sub> = 6 リットルとすると D P F 7 の再生操作は 6 0 分程度の時間毎に実行される。また、F N<sub>0</sub> = 0 . 2 リットルとすると、N O<sub>x</sub> 吸収剤 9 の再生操作は 2 分程度の時間間隔で行われることになる（図 5 参照）。また、D P F 7 の再生操作実行時間 T D<sub>0</sub> を 3 分程度、N O<sub>x</sub> 吸収剤 9 の再生操作実行時間 T N<sub>0</sub> を 0 . 5 秒程度に設定すると、図 5 に示すように D P F 7 の再生操作実行中に必ず 1 ~ 2 回の N O<sub>x</sub> 吸収剤再生操作が実行されるようになる。このため、N O<sub>x</sub> 吸収剤 9 は定期的に高温状態で再生されるようになるため、通常の N O<sub>x</sub> の放出、還元浄化に加えて S O<sub>2</sub> の放出が行われることになる。このため、S O<sub>2</sub> の蓄積により N O<sub>x</sub> 吸収剤の吸収能力が低下することが防止される。

【 0 0 4 9 】なお、上記実施形態では D P F 7 と N O<sub>x</sub> 吸収剤 9 との再生のため、通常の燃料噴射に加えて各気



筒の排気行程時に燃料噴射を行うようにしているが、エンジン排気通路 3 の酸化触媒 5 の上流側に燃料を噴射する燃料噴射弁を設け排気通路に直接燃料を噴射するようにしても良い。また、上記実施形態では、エンジンへの燃料供給量に基づいて D P F 7 の煤捕集量と N O<sub>x</sub> 吸収剤 9 の N O<sub>x</sub> 吸収量とを推定しているが、煤の捕集量や N O<sub>x</sub> 吸収量にかかわらず一定時間毎にそれぞれ D P F 7 と N O<sub>x</sub> 吸収剤 9 との再生を行うようにして制御を簡略化することも可能である。

【 0 0 5 0 】次に、本発明の別の実施形態について説明する。上述の実施形態では D P F 7 の下流側の排気通路に、リーン空燃比下で排気中の N O<sub>x</sub> を吸収し、酸素濃度低下時に吸収した N O<sub>x</sub> を放出、還元浄化する N O<sub>x</sub> 吸収剤 9 を設けることにより、D P F 7 下流側の排気中の N O<sub>x</sub> を吸収（捕集）して排気から N O<sub>x</sub> を除去している。これに対して、本実施形態では N O<sub>x</sub> 吸収剤 9 の代わりにリーン空燃比雰囲気下で排気中の N O<sub>x</sub> を選択的に還元可能な N O<sub>x</sub> 選択還元触媒を設ける点が相違している。なお、本実施形態の構成については、図 1 の N O<sub>x</sub> 吸収剤 9 の代わりに D P F 7 下流側の排気通路に N O<sub>x</sub> 10 選択還元触媒を配置する点のみが図 1 と相違しており、他の構成は図 1 と全く同じであるため、ここでは図示を省略する。

【 0 0 5 1 】 N O<sub>x</sub> 選択還元触媒としては、例えばゼオライト Z S M - 5 に Cu 等の金属をイオン交換して担持させたものが用いられる。N O<sub>x</sub> 選択還元触媒は排気空燃比がリーンのときに、適量の H C、C O 等の存在下で N O<sub>x</sub> を H C、C O と選択的に反応させることにより、排気中の N O<sub>x</sub> を還元して N<sub>2</sub> に転換する機能を有している。すなわち、N O<sub>x</sub> 選択還元触媒は、流入する排気中に H C 等の成分が存在すると、これら H C 成分等をゼオライトの細孔に吸着して保持し、この H C 成分等を用いてリーン空燃比雰囲気下で排気中の N O<sub>x</sub> を還元浄化する。

【 0 0 5 2 】従って、D P F 7 の下流側排気通路に N O<sub>x</sub> 選択還元触媒を配置することにより、通常運転時に D P F 7 を通過する N O<sub>x</sub> や D P F 再生時に煤との反応により発生する排気中の N O<sub>x</sub> を効果的に還元浄化することが可能となる。上述のように、N O<sub>x</sub> 選択還元触媒で N O<sub>x</sub> を浄化するためには触媒内に適量の H C 成分等が吸着されていることが必要とされる。

【 0 0 5 3 】ところが、ディーゼルエンジンの通常運転時の排気空燃比は大幅なリーンであるため、排気中の H C 成分等の量は極めて少なくなる。このため、通常のリーン空燃比運転が続くと吸着された H C 成分等が排気中の N O<sub>x</sub> の還元消費されて選択還元触媒内の H C 吸着量が減少してしまい、触媒の N O<sub>x</sub> 浄化能力が低下してしまう。これを防止するためには、リーン空燃比運転実

施時には定期的に N O<sub>x</sub> 選択還元触媒に H C 成分等を供給することにより、常に選択還元触媒内に適量の H C 成分等が保持されるようにする必要がある。このため、本実施形態においても、定期的に短時間排気空燃比を理論空燃比よりリッチ側にして排気中の H C、C O 成分を増大させる操作を行う。すなわち、本実施形態においても、図 2 から図 3 と同様な操作を行い、排気行程噴射を実行することにより排気空燃比を短時間理論空燃比よりリッチ側に制御する。これにより、多量の H C、C O 成分を含む排気が N O<sub>x</sub> 選択還元触媒に流入し、選択還元触媒内に H C、C O 成分が蓄積される。このため、排気空燃比がリーンに復帰した場合に、D P F 7 を通過してくる排気中の N O<sub>x</sub>、N O<sub>x</sub> を N O<sub>x</sub> 選択還元触媒により還元浄化することが可能となる。すなわち、D P F 下流側に N O<sub>x</sub> 選択還元触媒を配置することにより、排気中の N O<sub>x</sub> が大気へ放出されることを防止しつつ簡易に排気中の煤を除去することが可能となる。

【 0 0 5 4 】

【発明の効果】各請求項にに記載の発明によれば、ディーゼルエンジン排気中の N O<sub>x</sub> を N O<sub>x</sub> に転換し、次いで捕集した排気中の煤と N O<sub>x</sub> とを反応させて煤を燃焼するとともに、この燃焼により生じた N O<sub>x</sub> を排気から除去するようにしたことにより、N O<sub>x</sub> やパティキュレートの大気放出を防止しながら排気中の煤を効果的に除去することが可能となるという共通の効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の排気浄化方法を実施するための装置の概略構成を説明する図である。

【図 2】本発明の排気浄化方法における、D P F と N O<sub>x</sub> 10 吸収剤との再生操作制御の一例を示すフローチャートである。

【図 3】本発明の排気浄化方法における再生操作実行条件判定ルーチンの一例を示すフローチャートである。

【図 4】図 3 のルーチンに使用するカウンタの設定ルーチンの一例を示すフローチャートである。

【図 5】図 1 の実施形態における D P F 再生と N O<sub>x</sub> 吸収剤再生とのタイミングを示すタイミング図である。

【符号の説明】

1 …ディーゼルエンジン

2 …吸気通路

3 …排気通路

4 …燃料噴射弁

5 …酸化触媒

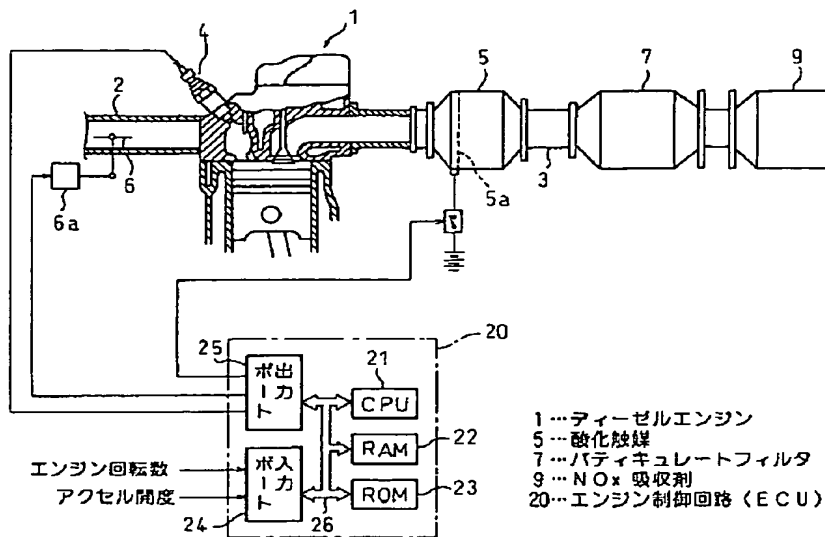
6 …吸気絞り弁

7 …D P F

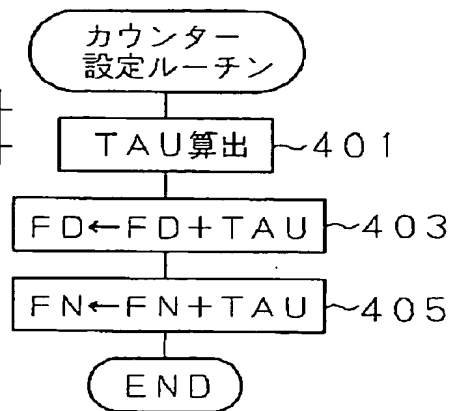
9 …N O<sub>x</sub> 吸収剤

2 0 …エンジン制御回路（E C U）

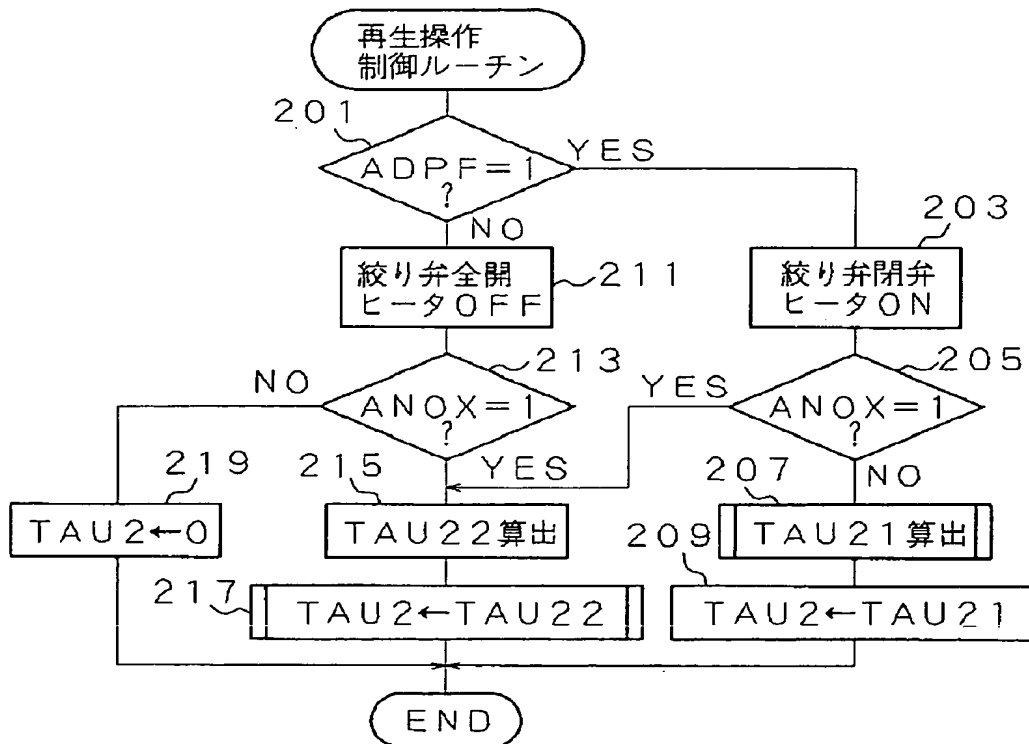
【図 1】



【図 4】



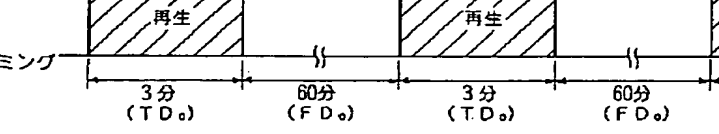
【図 2】



```

graph TD
    Start([再生操作実行  
条件判定ルーチン]) --> D301{FD>FD0  
?}
    D301 -- YES --> P307[TD→TD+1]
    D301 -- NO --> P303[TD←0]
    P307 --> D309{TD>TD0  
?}
    D309 -- YES --> P311[FD←0]
    D309 -- NO --> P313[ADPF←1]
    P311 --> D315{FN>FN0  
?}
    P313 --> D315
    D315 -- YES --> P321[TN←TN+1]
    D315 -- NO --> P317[TN←0]
    P321 --> D323{TN>TN0  
?}
    D323 -- YES --> P325[FN←0]
    D323 -- NO --> P327[ANOX←1]
    P317 --> P319[ANOX←0]
    P325 --> End([END])
    P327 --> End
    P319 --> End

```



再生タイミングの比較図。上部はDPF再生タイミング、下部はNOx吸収剤再生タイミングを示す。

DPF再生タイミング: 再生（3分 (T<sub>DO</sub>)）と60分 (F<sub>DO</sub>)のサイクルが繰り返される。

NOx吸収剤再生タイミング: 再生（0.5秒 (T<sub>NO</sub>)）と2分 (F<sub>NO</sub>)のサイクルが繰り返される。

フロントページの続き

(72)発明者 近藤 拓也

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動  
車株式会社内

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the exhaust air purification method that both the soot and the nitrogen oxide which are contained during exhaust air are removable, in detail about the exhaust air purification method of a Diesel engine.

[0002]

[Description of the Prior Art] As an example of the method of removing the soot under exhaust air of a diesel power plant, there are some which were indicated by JP,1-318715,A, for example. the filter (a diesel particulate filter --) of the for [ in the method of this official report ] an oxidation catalyst and for exhaust air particle uptakes to the downstream to an engine exhaust air system the following -- "DPF" -- calling, while arranging, oxidizing NO under exhaust air (nitrogen monoxide) by the oxidation catalyst of an upstream, generating NO<sub>2</sub> (nitrogen dioxide) and carrying out the uptake of the soot under exhaust air by DPF of a downstream NO<sub>2</sub> which generated this soot by which the uptake was carried out by the oxidation catalyst It used and the soot on DPF is removed by making it burn.

[0003] In order to burn the soot on DPF by the usual method conventionally, the remarkable elevated temperature was needed. On the other hand, with the method of the above-mentioned official report, it is NO<sub>2</sub>. By making soot react, it becomes possible to produce combustion of soot in the usual exhaust-gas temperature (for example, 300 degrees C or less) of a diesel power plant. For this reason, it is not necessary to establish a heating means special to combustion of soot etc., and it becomes possible to remove the soot under exhaust air with simple equipment.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, by the method of the above-mentioned official report, there is a problem that air discharge of the nitrogen oxide under exhaust air of what can remove the soot under exhaust air simply cannot be prevented. Namely, NO<sub>2</sub> The reaction of the carbon which constitutes soot, and  $\text{NO}_2 + \text{C} \rightarrow \text{NO} + \text{CO}$  and  $2\text{NO}(\text{s}) + 2\text{C} \rightarrow \text{N}_2 + 2\text{CO}_2$  is produced, and soot is burned. However, according to research of these people, in the comparatively low temperature field about [ of a diesel power plant / usual ] exhaust air, it is above-mentioned  $2\text{NO}_2 + 2\text{C} \rightarrow \text{N}_2 + 2\text{CO}_2$ . A reaction is NO<sub>2</sub> under exhaust air which hardly arises but flows into DPF. Being converted into NO by the reaction of  $\text{NO}_2 + \text{C} \rightarrow \text{NO} + \text{CO}$  has made most clear. For this reason, if the soot under exhaust air is processed by the method of the above-mentioned official report, the problem by which NO will be emitted to the atmosphere with exhaust air will arise.

[0005] Moreover, although the diesel fuel contains comparatively a lot of sulfur contents, the sulfur in this fuel burns with an engine, and it is SO<sub>2</sub> during exhaust air. A component is generated. However, like the above-mentioned official report, an oxidation catalyst is used and it is NO under exhaust air NO<sub>2</sub> When it has oxidized, it is SO<sub>2</sub> under exhaust air. A component also has the problem which oxidizes simultaneously and by which SO<sub>3</sub> (sulfate) will be generated during exhaust air.

[0006] The uptake of the sulfate under exhaust air is not carried out to DPF, but it flows into a DPF downstream as it is, and is detected as a diesel exhaust air particle (diesel particulate). For this reason,

by the method of above-mentioned JP,1-318715,A, the problem on which the particulate amount under exhaust air which passes DPF for the sulfate generated by the oxidation catalyst increases arises.

[0007] this invention aims at offering the method of processing simply the soot by which the uptake was carried out to DPF, without solving the above-mentioned problem and producing increase of NO or a particulate air burst size.

[0008]

[Means for Solving the Problem] The process which according to invention according to claim 1 is the exhaust air purification method of a Diesel engine, oxidizes the nitrogen monoxide under engine exhaust air, and generates a nitrogen dioxide during exhaust air, The process which carries out the uptake of the soot under engine exhaust air, and the soot which carried out the uptake to the nitrogen dioxide under generated exhaust air are made to react, and the exhaust air purification method of the Diesel engine equipped with the process which generates a nitrogen monoxide during exhaust air, and the process which removes the nitrogen monoxide generated during above-mentioned exhaust air from exhaust air is offered.

[0009] The soot by which the uptake was carried out reacts with the nitrogen dioxide under exhaust air at low temperature comparatively, and generates a carbon dioxide and a nitrogen monoxide. Moreover, in this invention, since the nitrogen monoxide generated by the above-mentioned reaction is removed from exhaust air at a subsequent process, discharge to the atmosphere of a nitrogen dioxide does not produce it. According to invention according to claim 2, in invention according to claim 1, the process which removes the aforementioned nitrogen monoxide from exhaust air includes the process which carries out the uptake of the nitrogen monoxide under exhaust air. That is, an adsorbent etc. is adsorbed and the nitrogen monoxide under exhaust air is removed from exhaust air.

[0010] According to invention according to claim 3, in invention according to claim 1, the process which removes the aforementioned nitrogen monoxide from exhaust air includes the process which returns a nitrogen monoxide and is converted into nitrogen. That is, it is returned by the catalyst etc. and the nitrogen monoxide under exhaust air is emitted to the back atmosphere converted into nitrogen.

[0011]

[Embodiments of the Invention] With reference to an accompanying drawing, the operation gestalt of this invention is explained below. Drawing 1 is drawing showing the composition of the equipment for enforcing the exhaust air purification method of this invention. In drawing 1, as for a diesel power plant (a 1-cylinder cross section is shown in drawing), and 2, 1 shows the fuel injection valve to which the inhalation-of-air path of an engine 1 and 3 inject a flueway to the combustion chamber of an engine 1, and 4 injects fuel to it, respectively.

[0012] Moreover, with this operation gestalt, the inhalation-of-air throttle valve 6 is formed in the inhalation-of-air path 2. The inhalation-of-air throttle valve 6 is made into form with little inhalation-of-air resistance to the time of valve opening of a butterfly valve etc., the inhalation-of-air path 2 is extracted at the time of soot combustion of the below-mentioned particulate filter (DPF), and the amount of inhalation of air supplied to an engine 1 is decreased. Thus, by forming the inhalation-of-air throttle valve 6, and decreasing the inhalation air content of an engine 1, since an engine exhaust-gas temperature can be raised, combustion of the soot on DPF becomes easy. 6a is an actuator of proper form, such as a negative pressure actuator and a solenoid, which carries out the opening-and-closing drive of the inhalation-of-air throttle valve 6 with the control signal from ECU20.

[0013] Moreover, as shown in drawing 1, with this operation gestalt, NO under exhaust air is oxidized from an upstream in the flueway 3 of an engine 1, and it is NO<sub>2</sub>. The oxidation catalyst 5 to generate, DPF7 which carries out the uptake of the soot under exhaust air, and NOX under exhaust air NOX to absorb The absorbent 9 is arranged, respectively. These elements are explained later. It is the engine control circuit (ECU) 20 which 20 shows to drawing 1. ECU20 is the combustion (henceforth "reproduction of DPF") and NOX of soot which consisted of a digital computer of well-known composition of having connected a central processing unit (CPU) 21, RAM (RAM) 22, a read-only memory (ROM) 23, input port 24, and the output port 25 of each other by the bidirectional bus 26, and basic control, such as fuel-injection control of an engine 1, was performed, and also carried out the

uptake by DPF7 with this operation gestalt. Reproduction operation of an absorbent 9 is controlled. For these control, signals, such as an engine speed and accelerator opening, are inputted into the input port 24 of ECU20 from the sensor which is not illustrated, respectively.

[0014] Moreover, through the drive circuit which is not illustrated, it connects with actuator 6a of the fuel injection valve 4 of an engine 1, and the inhalation-of-air throttle valve 6, respectively, and the output port 25 of ECU20 is controlling the operation of the fuel oil consumption of an engine and fuel injection timing, and the inhalation-of-air throttle valve 6 at the time of reproduction operation of DPF, respectively. An oxidation catalyst 5 forms the catalyst support layer of an alumina in the monolith support made from a cordierite by coating, and the thing which made this support layer support catalyst components, such as Platinum Pt and Palladium Pd, is used. An oxidation catalyst 5 oxidizes NO component contained during exhaust air while an exhaust air air-fuel ratio oxidizes HC under exhaust air at the time of RIN, and CO component from theoretical air fuel ratio, and is NO<sub>2</sub>. A component is generated. In addition, on these specifications, the ratio of the air content and fuel quantity which were supplied to the upstream from the portion with an exhaust air system is called the exhaust air air-fuel ratio in the portion. That is, when neither the secondary air nor fuel is supplied to the flueway, the exhaust air air-fuel ratio in each portion of an exhaust air system becomes equal to an engine's combustion air-fuel ratio (ratio of the air and fuel in combustion of a combustion chamber).

[0015] Moreover, with this operation gestalt, electric heater 5a for an exhaust-gas temperature heating an oxidation catalyst 5 in the state immediately after low engine starting etc., and making catalytic reaction start is prepared in the upstream end face of an oxidation catalyst 5. The control signal from the output port 25 of ECU20 is inputted into the relay (not shown) of electric heater 5a, and ON of electric heater 5a and OFF are controlled by ECU20. In order to raise an exhaust-gas temperature with the inhalation-of-air throttle valve 6 at the time of DPF7 reproduction, this heater 5a is used so that it may mention later.

[0016] Moreover, as for DPF7, the honeycomb filter made from a cordierite with which many flueways were formed in parallel mutually is used. It is arranged by turns, and exhaust air flows in the flueway where the upstream edge was opened wide, that by which, as for the flueway in DPF7, the upstream edge and the downstream edge were closed flows into the flueway where the downstream edge was wide opened from the wall surface of the porosity which separates between flueways, and it flows into a downstream. For this reason, the uptake of the particles, such as soot under exhaust air at the time of wall surface passage, is carried out to an exhaust air wall surface. Moreover, NO<sub>2</sub> of the soot which carried out the uptake with this operation gestalt In order to make it the combustion to depend arise easily, the alumina layer which made Platinum Pt support is formed in the wall surface of DPF7.

[0017] Next, NO<sub>x</sub> used for this invention An absorbent 9 is explained. NO<sub>x</sub> As an absorbent 9, support layers, such as an alumina, are formed in the monolith support made from a cordierite, for example, and they are Potassium K, Sodium Na, Lithium Li, and Caesium Cs on this support layer. Alkali metal [ like ] and barium Ba, At least one chosen from an alkaline earth like Calcium calcium, Lanthanum La, and rare earth like Yttrium Y, and platinum Pt What supported noble metals [ like ] is used. NO<sub>x</sub> An absorbent 9 is NO<sub>x</sub> when the air-fuel ratio of the flowing exhaust air is RIN. It is NO<sub>x</sub>, if it absorbs and an oxygen density falls. NO<sub>x</sub> to emit An absorption/emission action is performed.

[0018] for example, O<sub>2</sub>- in which NO which occupies the great portion of NO<sub>x</sub> under engine exhaust air (nitrogen oxide) adhered on Platinum Pt when the example was taken to the thing which made Platinum Pt and Barium Ba support on a support layer, were explained to it and an exhaust air air-fuel ratio was RIN or it oxidizes by O<sub>2</sub>- etc. -- having -- nitrate-ion NO<sub>3</sub>- It generates. Subsequently, this nitrate ion NO<sub>3</sub> - Since it is spread in BaO, combining with a barium oxide BaO, NO under exhaust air is a nitrate ion NO<sub>3</sub>. - It is NO<sub>x</sub> in a form. It is absorbed in an absorbent 9. Moreover, when an exhaust air air-fuel ratio turns into theoretical air fuel ratio or a rich air-fuel ratio, the oxygen density under inflow exhaust air falls, and it is NO<sub>2</sub> on Platinum Pt. The amount of generation decreases. Thereby, a reaction is NO<sub>3</sub>-->NO<sub>2</sub> contrary to the above. It goes to a direction and is the nitrate ion NO<sub>3</sub> in BaO. - NO<sub>2</sub> It is emitted in a form. That is, it is NO<sub>x</sub> if the oxygen density under inflow exhaust air falls. An absorbent 9 to NO<sub>x</sub> It will be emitted.

[0019] on the other hand -- under inflow exhaust air -- a reducing agent and unburnt -- if components, such as HC and CO, exist -- these components -- platinum Pt Upper oxygen O<sub>2</sub>- Or it reacts with O<sub>2</sub>-, and oxidizes, the oxygen under exhaust air is consumed, and the oxygen density under exhaust air is reduced. Moreover, it is NOX by the oxygen density fall under exhaust air. NO<sub>2</sub> emitted from the absorbent 9 It reacts with HC and CO, and it is returned and N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> O, etc. are generated. Therefore, it is Platinum Pt by HC and CO component. It is NO<sub>2</sub> on a front face. When returned, it is NO<sub>2</sub> from an absorbent to the degree from a degree. It is emitted and comes to react with HC under exhaust air, and CO component.

[0020] Namely, NOX An absorbent 9 is NOX under exhaust air which flows at the time of a RIN air-fuel ratio. NOX which was removed and was absorbed at the time of a rich air-fuel ratio While emitting, the operation which makes it react is performed with HC under flowing exhaust air, and CO component. That is, NOX An absorbent is HC, CO component, and NOX under exhaust air. A component can be purified simultaneously. Next, an operation of this operation gestalt is explained.

[0021] With this operation gestalt, since a diesel power plant 1 is used, the exhaust air air-fuel ratio on stream is usually RIN considerably (about [ For example, being an air-fuel ratio. ] 30). Moreover, little NOX (mainly NO) and comparatively a lot of soot are contained in exhaust air at an engine outlet. An oxidation catalyst 5 is passed first, NO under exhaust air oxidizes, and this exhaust air is NO<sub>2</sub> by the reaction of  $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$ . It is generated.

[0022] Subsequently, this exhaust air flows into DPF and the uptake of the soot under exhaust air is carried out to DPF. The soot by which the uptake was carried out to DPF is NO<sub>2</sub> by which the part was generated by the above. It reacts, the reaction of  $\text{NO}_2 + \text{C} \rightarrow \text{NO} + \text{CO}$  is produced, and CO and NO occur. However, the soot with which the uptake of the above-mentioned reaction was carried out for it on DPF7 in fact low (for example, about 200 degrees C) since the exhaust-gas temperature at the time of that there are many amounts of soot compared with the amount of NO generated with an engine and usual operation of a diesel power plant seldom arose is accumulated gradually. NO generated by the above-mentioned reaction on the other hand, and NO<sub>2</sub> which passed DPF7, without reacting with soot Next, the exhaust air to include is NOX. It flows into an absorbent 9. Usually, by the time of operation, since it is RIN, the exhaust air air-fuel ratio of a diesel power plant 1 is NO under this exhaust air, and NO<sub>2</sub>. NOX It is absorbed by the absorbent 9 and removed from exhaust air. Thereby, at the time of operation, exhaust air is usually soot and NOX. It is NOX in the state where it hardly contains. It is discharged from an absorbent 9.

[0023] As mentioned above, for the soot under engine exhaust air, NOX (NO and NO<sub>2</sub>) is usually NOX by DPF7 at the time of operation. Although removed by the absorbent 9, respectively, thereby in DPF7, soot is NOX again. In an absorbent 9, it is NOX. It is accumulated gradually. Since the exhaust air pressure loss in DPF7 will go up if the amount of the soot accumulated at DPF7 increases, problems, such as a fall of an engine output, arise by increase of exhaust air back pressure. Moreover, NOX NOX accumulated at the absorbent 9 It is NOX if an amount increases. NOX of an absorbent 9 Absorbance is NOX which falls and is emitted to the atmosphere. The problem on which an amount increases arises.

[0024] Then, at this operation gestalt, it is NOX periodically. NOX absorbed from the absorbent 9 It is made to emit and is NOX. Operation (it is called "reproduction operation of a NOX absorbent") which absorbance is made to recover, and operation (reproduction operation of DPF) of burning the soot by which the uptake was carried out to DPF7, and reducing a pressure loss are performed. First, NOX Reproduction operation of an absorbent 9 is explained. It is NOX by making an engine exhaust air air-fuel ratio into a rich side with this operation gestalt on stream than short-time theoretical air fuel ratio. An absorbent 9 is reproduced. If an engine exhaust air air-fuel ratio becomes rich, the oxygen density under exhaust air will fall rapidly, and HC under exhaust air and the amount of CO component will increase. Moreover, since the exhaust air air-fuel ratio is rich, these HC and CO component do not oxidize in an oxidation catalyst 5, but the most passes an oxidation catalyst 5 and DPF7, and it is NOX. An absorbent 9 is reached. For this reason, it is NOX as mentioned above. It is NOX from an absorbent 9. It is emitted and reduction purification is carried out by HC under exhaust air, and CO component.

[0025] At this operation gestalt, ECU20 is NOX. The exhaust air air-fuel ratio of an engine is controlled



from theoretical air fuel ratio to a rich side by performing two fuel injection per 1 cycle of each cylinder from the fuel injection valve 4 of an engine 1 at the time of absorbent 9 reproduction. Usually, on stream and the fuel oil consumption TAU from each cylinder are set up according to the engine load. For example, ECU20 usually injects in a cylinder the fuel of the amount which computed and computed fuel oil consumption based on the relation beforehand defined from the amount of treading in (accelerator opening) and engine rotational frequency of an engine accelerator pedal from a fuel injection valve 4 in the second half of the compression stroke of each cylinder at the time of operation. Usually, sometimes, the engine air-fuel ratio is maintained by large RIN (it is about 30 at an air-fuel ratio) by this fuel injection. In order to make rich an engine exhaust air air-fuel ratio, increasing the quantity of this fuel oil consumption in the second half of a compression stroke is also considered. However, if the fuel quantity injected in a cylinder in the second half of a compression stroke is increased, an engine output torque will go up an increased part of fuel, and problems, such as a shock by rapid increase of torque and a fall of the engine endurance by increase of explosive power, will arise.

[0026] For this reason, in making an exhaust air air-fuel ratio shift richly, in addition to fuel injection, it is made to perform fuel injection from a fuel injection valve 4 like the exhaust air line of each cylinder with this operation gestalt in the usual second half of a compression stroke again. Although the part burns within a cylinder, it does not contribute the fuel with which the exhaust air line was injected in the cylinder in inside to power increase. Moreover, the fuel of most which did not burn is evaporated within a cylinder, is discharged by the flueway with exhaust air, oxidizes by the oxidation catalyst 5, and generates a lot of HC and CO components. For this reason, NOX The exhaust air which an oxygen density is low to an absorbent 9, and contains a lot of HC and CO components will flow, and it is NOX at a short time. Reproduction of an absorbent 9 is completed.

[0027] In addition, NOX NOX from an absorbent 9 Discharge speed becomes so large that an exhaust air air-fuel ratio is rich. For this reason, it is NOX, so that the grade that an exhaust air air-fuel ratio is rich is large (so that an exhaust air air-fuel ratio is made low). Reproduction of an absorbent 9 can be made to complete for a short time. Moreover, reproduction operation is NOX. NOX absorbed by the absorbent 9 It completes for a short time, so that there are few amounts. At this operation gestalt, it is NOX during engine operation. Reproduction operation of an absorbent 9 is performed at intervals of about several minutes from dozens of seconds, and it is NOX. It is made to maintain the time exhaust air air-fuel ratio for about 0.5 seconds to about 13 rich air-fuel ratio at the time of absorbent 9 reproduction.

[0028] Next, reproduction operation of DPF7 is explained. As mentioned above with this operation gestalt, it is NO2 under exhaust air. The soot (carbon) deposited on DPF is made to react, and soot is burned. Moreover, it is NOX of DPF7 downstream about NO component generated at this time. It is necessary to make an absorbent 9 absorb and to prevent discharge to the atmosphere. For this reason, at the time of reproduction of DPF7, it is necessary for the exhaust air air-fuel ratio to serve as RIN.

Moreover, NO2 In order to promote a reaction with soot, the higher one of an exhaust-gas temperature is desirable. Then, it is NOX at the range to which an exhaust air air-fuel ratio does not become rich with this operation gestalt. Like the time of reproduction of an absorbent 9, in addition to the injection in the usual second half of a compression stroke, fuel injection like an exhaust air line is performed, and an exhaust-gas temperature is raised by burning this fuel in an oxidation catalyst 5. Moreover, in order to raise an exhaust-gas temperature, while closing the inhalation-of-air throttle valve 6 of the inhalation-of-air path 2 to fixed opening at the time of DPF7 reproduction and reducing an inhalation air content, it energizes to electric heater 5a of an oxidation catalyst 5 if needed. With inhalation-of-air drawing, an engine exhaust-gas temperature rises, and since the fuel with which the exhaust air line was injected further in inside burns in an oxidation catalyst 5, exhaust air of temperature (from 400 degrees C to for example, about 500 degrees C) higher than usual will flow into DPF7. For this reason, NO2 under exhaust air It reacts easily with the soot deposited on DPF7, and since soot burns and is removed, the pressure loss of DPF7 falls. Moreover, as a whole, since it is still a RIN air-fuel ratio, the exhaust air which passes DPF7 is NO2. NO generated by the reaction with soot is NOX of a downstream. It is absorbed with an absorbent 9 and removed from exhaust air.

[0029] With this operation gestalt, reproduction operation of DPF7 is performed at intervals of several

hours from dozens of minutes, and the air-fuel ratio at the time of reproduction is maintained by about 20 RIN air-fuel ratio. Moreover, reproduction of DPF7 is completed in about several minutes at this time. In addition, it is NOX as mentioned above. Reproduction operation of an absorbent 9 is NOX also during reproduction operation of DPF7 at this operation gestalt, although it performs at intervals of several minutes from dozens of seconds. When it becomes the timing of reproduction operation of an absorbent 9, with the inhalation-of-air throttle valve 6 closed, an exhaust air line increases the fuel oil consumption at the time, and reduces an exhaust air air-fuel ratio to 13. It is NOX usual in under DPF7 reproduction operation by this. In addition to absorbent 9 reproduction operation, reproduction operation comes to be performed with an exhaust-gas temperature higher than usual. Thus, it is NOX also during DPF7 reproduction operation execution. Reproducing an absorbent 9 is based on the following reasons. [0030] SO<sub>2</sub> generated by the sulfur content contained in a diesel fuel during engine exhaust air It is contained. This SO<sub>2</sub> It oxidizes by the oxidation catalyst 5 and is sulfate SO<sub>3</sub>. It generates. This sulfate SO<sub>3</sub> In DPF7, a uptake is not carried out, but DPF is passed as it is, and it is detected as a particle under exhaust air. For this reason, if an oxidation catalyst 5 is arranged to the flueway 3 of a diesel power plant 1, the amount of the particle (diesel particulate) emitted to the atmosphere will increase. however, sulfate SO<sub>3</sub> NOX the mechanism completely same in case an absorbent 9 is passed as absorption of NO -- sulfate-ion SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> generating -- for example, BaSO<sub>4</sub> etc. -- the form of a sulfate -- NOX It is absorbed by the absorbent 9. for this reason, this operation gestalt -- like -- DPF7 downstream -- NOX forming an absorbent 9 -- NOX not only -- sulfate SO<sub>3</sub> generated by the oxidation catalyst 5 It is removable from exhaust air. That is, at this operation gestalt, it is NOX. Not only NO at the time of combustion of the soot deposited on DPF by having arranged the absorbent 9 to DPF7 downstream but sulfate SO<sub>3</sub> It can purify simultaneously.

[0031] Moreover, NOX SOX absorbed in the absorbent It is NOX when an exhaust air air-fuel ratio becomes rich. It is SO<sub>2</sub> by the same mechanism as discharge. It is emitted by carrying out. However, generally it is NOX by sulfate. The sulfate generated in an absorbent is NOX. The usual NOX more stable than the nitrate generated It is NOX if it does not become temperature higher than the temperature needed for reproduction operation of an absorbent. It is not emitted from an absorbent. For this reason, the usual NOX which only makes an exhaust air air-fuel ratio rich It is NOX if absorbent reproduction operation is repeated. The amount of the sulfate in an absorbent increases and it is NOX of a NOX absorbent. SO<sub>3</sub> Absorbance will decline. Then, at this example, it is NOX during DPF reproduction operation. By performing reproduction of an absorbent, it is NOX at temperature higher than usual. SO<sub>3</sub> absorbed by reproducing an absorbent SO<sub>2</sub> It is made to make it emit in a form. thereby -- under reproduction operation of DPF7 -- NOX not only -- SO<sub>3</sub> NOX it is possible to make it emit from an absorbent 9 -- becoming -- NOX It becomes possible to always maintain the absorbance of an absorbent highly.

[0032] Next, drawing 4 is used from drawing 2 and they are Above DPF7 and NOX. Reproduction control with an absorbent 9 is explained. Drawing 2 to drawing 4 is DPF7 and NOX of this operation gestalt. It is the flow chart which shows a reproduction control routine with an absorbent 9. This routine is performed by ECU20 for every fixed time.

[0033] If a routine starts in drawing 2, at Step 201, it will be judged whether the value of Flag ADPF is set to 1. Here, Flag ADPF is a reproduction operation execution flag of DPF7, and is set as 1 by the routine of drawing 3 later mentioned when the reproduction operation execution condition of DPF is satisfied. While progressing to Step 203 and closing the throttle valve 6 of the inhalation-of-air path 2 to predetermined opening in order to perform reproduction operation of DPF when it is ADPF=1 at Step 201, heater 5a of an oxidation catalyst 5 is turned ON.

[0034] Subsequently it is judged at Step 205 after step 203 execution whether the value of another flag ANOX is set to 1. Here, ANOX is NOX. It is the reproduction operation execution flag of an absorbent 9, and is NOX. When the reproduction operation execution condition of an absorbent 9 is satisfied, it is set as 1 by the routine of drawing 3 mentioned later. ANOX!=1, i.e., the reproduction operation execution condition of DPF, is materialized at Step 205, and it is NOX. When the reproduction operation execution condition of an absorbent 9 is not satisfied, a routine progresses to Step 207 and the

value of the charge TAU21 of fuel oil consumption is computed based on an engine rotational frequency and accelerator opening. Here, TAU21 is fuel quantity which is injected by the exhaust air line in a cylinder more by the way in addition to the usual fuel injection, and is fuel oil consumption needed for making an exhaust air air-fuel ratio into the predetermined value by the side of RIN (it being about 20 at an air-fuel ratio) from theoretical air fuel ratio. That is, at Step 207, the engine inhalation air content Q at the time of inhalation air-content throttle valve 6 valve closing is computed from an engine rotational frequency, fuel oil consumption TAU is computed from accelerator opening at the time of usual [ present ], and fuel oil consumption TAU21 is computed for an exhaust air line more nearly required in order to make an exhaust air air-fuel ratio into a predetermined value (it is about 20 at an air-fuel ratio) from Q and TAU.

[0035] Moreover, at Step 209, the exhaust air line has set fuel oil consumption TAU2 as the value of TAU21 computed by the above, and ends a routine. If the value of TAU2 is set as TAU21, by the way [ line / exhaust air / of each cylinder ], the fuel of the amount of TAU21 will be injected by the fuel-injection routine separately performed by ECU20, the fuel of the amount of TAU+TAU21 will come to be supplied in total to an engine, and an engine exhaust air air-fuel ratio will become about 20 RIN value by it.

[0036] That is, the fuel which the inhalation-of-air throttle valve 6 is closed to predetermined opening in this case, and is supplied to an engine is comparatively a lot of NO(s)2 which only the quantity of TAU21 will usually be increased from the time, and were generated by the oxidation catalyst 5 to DPF7. The exhaust air [ RIN / elevated temperature ] to include will flow. For this reason, soot is NO2 on DPF7. NO generated by combustion of soot while having reacted, burning and performing reproduction of DPF7 is NOX of a downstream. It is absorbed with an absorbent 9.

[0037] Moreover, it is NOX at Step 205. When the reproduction operation execution condition of an absorbent 9 is satisfied, Step 215 is performed by the degree of Step 205 and the value of fuel oil consumption TAU22 is computed based on an engine rotational frequency and accelerator opening. More nearly here, the exhaust air line needed for TAU22 making an exhaust air air-fuel ratio the predetermined value by the side of rich (it being about 13 at an air-fuel ratio) from theoretical air fuel ratio is fuel oil consumption. Moreover, at Step 217, an exhaust air line sets the value of fuel oil consumption TAU2 as TAU22, and ends a routine. That is, where an inhalation-of-air throttle valve is closed in this case, an exhaust air air-fuel ratio is controlled richly. For this reason, DPF7 and NOX The hot rich exhaust air which contains HC and CO component so much will flow into an absorbent 9. this state -- under exhaust air -- a NOX component and O2 since most components are not contained, although reproduction operation of DPF stops temporarily -- NOX since, as for an absorbent 9, reproduction is performed by this hot and rich exhaust air -- NOX NOX absorbed by the absorbent 7 not only -- SO3 Reduction purification is emitted and carried out. For this reason, NOX SO3 of an absorbent 9 NOX by absorption The fall of absorptance is also canceled and it is NOX. Perfect reproduction of an absorbent is performed.

[0038] Moreover, when it is  $ADPF \neq 1$  at Step 201 (i.e., when the reproduction execution condition of DPF7 is not satisfied), while the inhalation-of-air throttle valve 6 is made full open at Step 211, heater 5a of an oxidation catalyst 5 is turned OFF. Subsequently, at Step 213, it is NOX. It is judged whether the reproduction operation execution condition of an absorbent 9 is satisfied, and when materialized ( $ANOX=1$ ), the value of TAU2 is set to TAU22 at Steps 215 and 217. Since the inhalation-of-air throttle valve 6 is full open and heater 5a is turned off [ it ] in this state, they are DPF7 and NOX. Rich exhaust air will flow into an absorbent 9 at low temperature comparatively, and it is NOX. An absorbent 9 is SOX absorbed although reproduced. It is not emitted but is NOX. Only the absorbed dose falls.

[0039] Moreover, it is NOX at Step 213. When the reproduction operation execution condition of an absorbent 9 is not satisfied, fuel oil consumption TAU2 is set as zero like an exhaust air line at Step 219. That is, in this case, only the usual compression stroke fuel oil consumption is performed, and an engine air-fuel ratio serves as RIN sharply. That is, by the routine of drawing 2, when only the reproduction operation execution condition of DPF is satisfied, operation of raising an exhaust-gas temperature and reducing an exhaust air air-fuel ratio to about 20 is performed. NO which only reproduction of DPF7

was performed and was generated in DPF7 by this is NOX. It is absorbed with an absorbent 9 and removed from exhaust air.

[0040] Moreover, DPF7 and NOX When a reproduction operation execution condition with both absorbents 9 is satisfied simultaneously, where an exhaust-gas temperature is raised, the quantity of fuel is increased further, and an exhaust air air-fuel ratio falls to about 13. Thereby, it is NOX. Reproduction operation will be performed in the state of an elevated temperature, and an absorbent 9 is NOX. SO3 absorbed by the absorbent 9 SO2 It is emitted in a form.

[0041] On the other hand, the reproduction operation execution condition of DPF7 is not satisfied, but it is NOX. When only the reproduction operation execution condition of an absorbent 9 is satisfied, only an exhaust air air-fuel ratio falls to about 13. Thereby, it is NOX. Since reproduction is comparatively performed in the state of low temperature, an absorbent 9 is NOX. It is NOX absorbed from the absorbent 9. \*\* does not result until it emits, and absorbed SO3 is emitted, although reduction purification is carried out.

[0042] Drawing 3 is DPF7 and NOX. It is the flow chart which shows a reproduction operation execution condition judging routine with an absorbent 9. this routine is performed for every fixed time by ECU20 -- having -- DPF7 and NOX an absorbent 9 -- when each reproduction operation execution condition is satisfied, a value with Flags ADPF and ANOX is set to 1 In drawing 3 , Steps 301-313 show setting operation of the reproduction operation execution flag ADPF of DPF7. With this operation gestalt, the amount of fuel supply to an engine is integrated, and when this integrated value becomes beyond a predetermined value, reproduction operation is performed. It is thought that the yield of the soot per unit time from an engine is proportional to the fuel oil consumption to an engine mostly. On the other hand, the amount of the soot by which a uptake is carried out to per unit time at DPF7 is proportional to the soot yield of the engine per unit time. For this reason, it is thought that the total amount of the soot by which the uptake was carried out to DPF7 is proportional to the integrated value of the amount of fuel supply to an engine. Then, with this operation gestalt, whenever the integrated value of the amount of fuel supply to an engine reaches a predetermined value, it judges that the amount of soot uptakes of DPF7 exceeded the constant rate, and is made to perform reproduction operation of DPF7. That is, when a routine starts in drawing 3 , at Step 301, the value of the fuel addition counter FD is the specified quantity FD 0. It is judged whether it exceeded or not. FD is a counter integrated by the routine shown in drawing 4 with another fuel addition counter FN mentioned later. The routine of drawing 4 is performed by ECU20 for every fixed time, computes fuel oil consumption TAU from the accelerator opening ACC and the engine rotational frequency N ( drawing 4 step 401), integrates this TAU, and memorizes it as FD and FN, respectively.

[0043] Step 301 -- FD>FD0 it was -- the value of the reproduction operation execution flag ADPF of fixed time DPF 7 is held at Steps 307-313 1 at a case That is, at Step 309, the value of Counter TD is counted up one time, and the value of Counter TD is the predetermined value TD 0 at Steps 311-313. The value of Flag ADPF is held to 1 until it exceeds, and it is TD>TD0. When it becomes, the value of the fuel addition counter FD is cleared. While Steps 303 and 305 are performed by the degree of Step 301 at the time of next routine execution and Counter TD is cleared by this, the value of Flag ADPF returns to 0.

[0044] That is, at Steps 301-313, the value of the fuel addition counter FD is the predetermined value FD 0. If the value of a fixed time (time until value of Counter TD reaches TD0) flag ADPF is held to 1 and this fixed time passes, whenever it reaches, while returning the value of Flag ADPF to 0, the value of Counter FD is cleared. By this, whenever the integrated value of the amount of fuel supply in engine operation reaches a constant rate, in addition to the usual fuel injection, fuel injection is performed for an exhaust air line by the routine of drawing 2 with valve closing of a fixed time inhalation-of-air throttle valve 6, and energization of heater 5a, and DPF7 is reproduced.

[0045] In addition, the decision value FD 0 of the value of the above-mentioned fuel addition counter FD and the reproduction operation execution time TD 0 Since it changes with the kind of DPF, capacity, etc., although it is desirable to define an optimum value by experiment etc., at this operation gestalt, it is FD0, for example. It is made the amount of fuel supply and they are about 6l. and TD0. It is set as about

180 seconds. Drawing 3 and Steps 315-327 are NOX. Setting operation of the reproduction operation execution flag ANOX of an absorbent 9 is shown. It is NOX whenever the integrated value of the amount of fuel supply to an engine reaches a predetermined value like the case of DPF with this operation gestalt. Reproduction operation of an absorbent 9 is performed. NOX from an engine Since it is proportional to the fuel quantity which burned with the engine, an yield is NOX like the case of DPF. NOX of an absorbent 9 It is thought that the absorbed dose is also proportional to the integrated value of the amount of fuel supply. Then, it is NOX whenever the amount integrated value of fuel supply reaches a predetermined value like the case of DPF with this operation gestalt. Reproduction operation of an absorbent 9 is performed. the fuel addition counter which counts up FN by drawing 4 in Steps 315-327, and TN -- an addition counter -- predetermined value FN0 whenever it reaches -- fixed time TN0 only -- it is a counter for maintaining the value of Flag ANOX to 1 Since the step of Steps 315-327 is almost the same as the step of the above-mentioned steps 301-313, explanation is omitted here.

[0046] execution of Steps 315-327 -- NOX NOX of an absorbent 9 whenever the absorbed dose reaches a constant rate -- the usual fuel injection -- adding -- like an exhaust air line -- the time -- fuel injection -- performing -- having -- an engine -- an exhaust air air-fuel ratio is controlled from theoretical air fuel ratio at a rich side Moreover, it is NOX even if it is [ reproduction operation / of DPF7 ] under execution. It is NOX if the reproduction operation execution condition of an absorbent 9 is satisfied. Since reproduction of an absorbent 9 is performed, it is NOX at an elevated temperature from usual during reproduction of DPF7. Reproduction of an absorbent 9 is performed.

[0047] in addition, the decision value FN0 of the fuel addition counter FN and NOX The absorbent reproduction operation execution time TN0 a value -- NOX since it changes with the kind of absorbent, and capacity, although it is desirable to set up the optimal value by experiment etc. in fact -- this operation gestalt -- FN0 the amount of fuel supply -- carrying out -- about 0.2l. -- moreover, TN0 It is set as about 0.5 seconds.

[0048] Drawing 5 is DPF7 and NOX by the routine of above-mentioned drawing 2 to drawing 4 . It is the timing chart showing a reproduction stage with an absorbent 9. For example, when a diesel power plant with a displacement of 2400 cc is operated by rotational frequency 2000RPM and torque 80NM, if  $0 = 6l.$  of FDs, reproduction operation of DPF7 will be performed for every time for about 60 minutes. Moreover, it is NOX if  $0 = 0.2l.$  of FN(s). Reproduction operation of an absorbent 9 will be performed by the time interval for about 2 minutes (refer to drawing 5 ). Moreover, the reproduction operation execution time TD 0 of DPF7 About 3 minutes and NOX The reproduction operation execution time TN0 of an absorbent 9 If it is set as about 0.5 seconds, as shown in drawing 5 , they are surely 1 - 2 times of NOX(s) during reproduction operation execution of DPF7. Absorbent reproduction operation comes to be performed. For this reason, NOX An absorbent 9 is the usual NOX in order to be periodically reproduced in the state of an elevated temperature. It adds to discharge and reduction purification and is SO3. Discharge will be performed. For this reason, SOX It is NOX by accumulation. It is prevented that the absorptance of an absorbent declines.

[0049] In addition, at the above-mentioned operation gestalt, they are DPF7 and NOX. Although the exhaust air line of each cylinder is made to perform fuel injection more by the way for reproduction in addition to the usual fuel injection, the fuel injection valve with an absorbent 9 which injects fuel is prepared in the upstream of the oxidation catalyst 5 of the engine flueway 3, and you may make it inject direct fuel to a flueway. Moreover, with the above-mentioned operation gestalt, it is based on the amount of fuel supply to an engine, and is the amount of soot uptakes and NOX of DPF7. NOX of an absorbent 9 Although the absorbed dose is presumed, they are DPF7 and NOX for every fixed time irrespective of the amount of uptakes and NOX absorbed dose of soot, respectively. It is also possible to simplify control, as reproduction with an absorbent 9 is performed.

[0050] Next, another operation gestalt of this invention is explained. At an above-mentioned operation gestalt, it is NOX under exhaust air under a RIN air-fuel ratio to the flueway of the downstream of DPF7. NOX which was absorbed and was absorbed at the time of an oxygen density fall NOX which emits and carries out reduction purification By forming an absorbent 9, NO under exhaust air of DPF7 downstream was absorbed (uptake), and NO is removed from exhaust air. On the other hand, at this

operation gestalt, it is NOX. It is NOX which can be returned alternatively about NO under exhaust air under RIN air-fuel ratio atmosphere instead of an absorbent 9. The point of preparing a selection reduction catalyst is different. In addition, about the composition of this operation gestalt, it is NOX of drawing 1. It is NOX to the flueway of DPF7 downstream instead of an absorbent 9. Only the point which arranges a selection reduction catalyst is different from drawing 1, and since other composition is completely the same as drawing 1, it omits illustration here.

[0051] NOX The thing which the ion exchange of the metals, such as Cu, was carried out [ thing ] to zeolite ZSM-5, and made them support them as a selection reduction catalyst for example is used. NOX A selection reduction catalyst is NOX under existence of HC of optimum dose, CO, etc., when an exhaust air air-fuel ratio is RIN. It is NOX under exhaust air by making it react alternatively with HC and CO. It returns and is N<sub>2</sub>. The function to convert is had and carried out. Namely, NOX If components, such as HC, exist during the flowing exhaust air, a selection reduction catalyst adsorbs and holds these HC component etc. to the pore of a zeolite, and this HC component etc. is used for it, and it is NOX under exhaust air under RIN air-fuel ratio atmosphere. Reduction purification is carried out.

[0052] therefore, the downstream flueway of DPF7 -- NOX NOX which usually passes DPF7 by arranging a selection reduction catalyst at the time of operation reduction purification of the NO under exhaust air generated by the reaction with soot at the time of DPF reproduction is carried out effectively -- things become possible As mentioned above, NOX It is NOX at a selection reduction catalyst. In order to purify, it is needed in a catalyst for HC component of optimum dose etc. to adsorb.

[0053] However, since the exhaust air air-fuel ratio at the time of usual operation of a diesel power plant is large RIN, amounts, such as HC component under exhaust air, decrease extremely. For this reason, NOX which HC component adsorbed when the usual RIN air-fuel ratio operation continued is exhausting It is consumed by reduction, HC amount of adsorption in a selection reduction catalyst decreases, and it is NOX of a catalyst. The decontamination-capacity force will decline. It is NOX periodically [ in order to prevent this ] at the time of RIN air-fuel ratio operation implementation. HC component of optimum dose etc. always needs to be made to be held in a selection reduction catalyst by supplying HC component etc. to a selection reduction catalyst. For this reason, also in this operation gestalt, operation of making a short-time exhaust air air-fuel ratio into a rich side more nearly periodically than theoretical air fuel ratio, and increasing HC under exhaust air and CO component is performed. That is, also in this operation gestalt, the same operation as drawing 3 is performed from drawing 2, and when an exhaust air line performs injection, an exhaust air air-fuel ratio is controlled from short-time theoretical air fuel ratio to a rich side. The exhaust air which contains a lot of HC and CO components by this is NOX. It flows into a selection reduction catalyst and HC and CO component are accumulated in a selection reduction catalyst. For this reason, NO under exhaust air which passes DPF7 when an exhaust air air-fuel ratio returns to RIN and NO<sub>2</sub> NOX It becomes possible to carry out reduction purification by the selection reduction catalyst. That is, it is NOX to a DPF downstream. By arranging a selection reduction catalyst, it becomes possible to remove the soot under exhaust air simply, preventing that NO under exhaust air is emitted to the atmosphere.

[0054]

[Effect of the Invention] the soot under exhaust air which converted into NO<sub>2</sub> and subsequently carried out the uptake of the NO under diesel-power-plant exhaust air according to invention of a publication by resembling each claim, and NO<sub>2</sub> While making it react and burning soot By having removed NO produced by this combustion from exhaust air, it is NOX. The common effect of becoming possible to remove the soot under exhaust air effectively is done so, preventing particulate air discharge.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The exhaust-air purification method of the Diesel engine which it had in the process which are the exhaust-air purification method of a Diesel engine, make the process which oxidizes the nitrogen monoxide under engine exhaust air, and generates a nitrogen dioxide during exhaust air, the process which carry out the uptake of the soot under engine exhaust air, and the soot which carried out a uptake to the nitrogen dioxide under generated exhaust air react, and generates a nitrogen monoxide during exhaust air, and the process which remove the nitrogen monoxide generated during above-mentioned exhaust air from exhaust air.

[Claim 2] The process which removes the aforementioned nitrogen monoxide from exhaust air is the exhaust air purification method including the process which carries out the uptake of the nitrogen monoxide under exhaust air according to claim 1.

[Claim 3] The process which removes the aforementioned nitrogen monoxide from exhaust air is the exhaust air purification method including the process which returns a nitrogen monoxide and is converted into nitrogen according to claim 1.

---

[Translation done.]

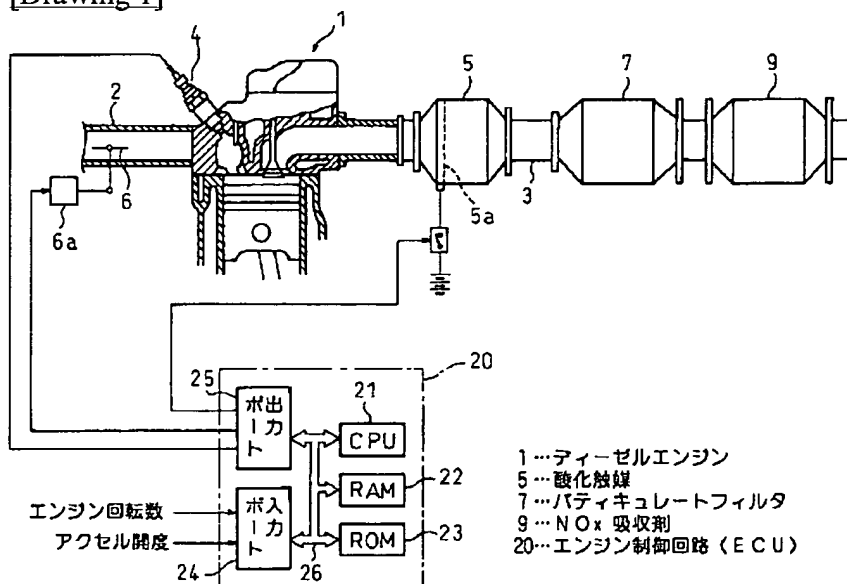
## \*NOTICES\*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

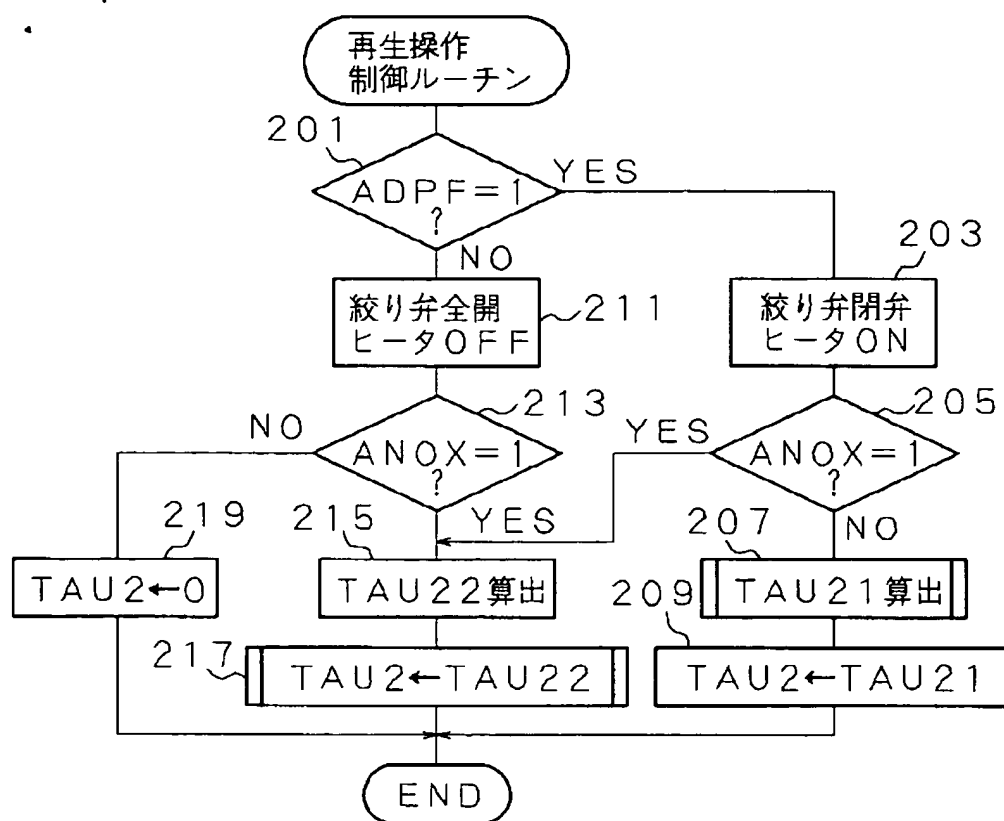
## DRAWINGS

[Drawing 1]

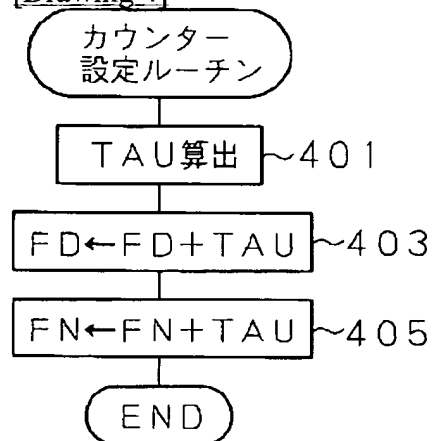


[Drawing 2]

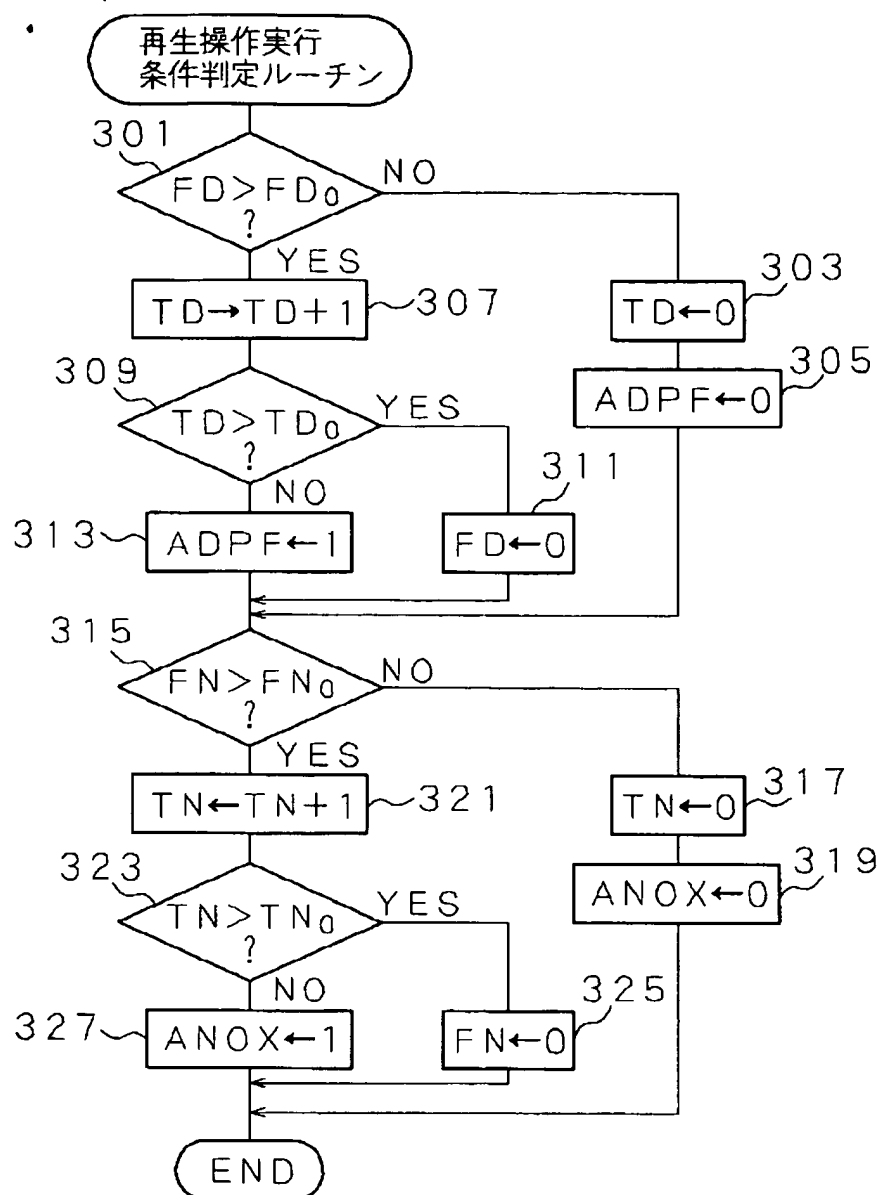




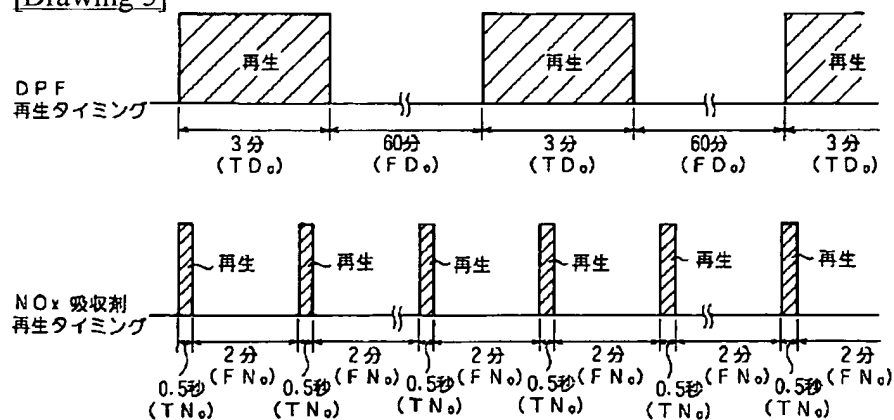
[Drawing 4]



[Drawing 3]



[Drawing 5]



[Translation done.]